Ho Chi Minh City Urban Railway Construction Project
Ben Thanh – Suoi Tien Section (Line 1)
Contract Package 1b: Civil
(Underground Section from KM 0+615 to KM 2+360)

SHIMIZU – MAEDA JOINT OPERATION

TECHNICAL DOCUMENT TRANSMITTAL

From:	Nobuyuki Kawai Project Manager Shimizu – Maeda Joint Operation (SMJO)		
To:	Mr. Shun Sugawara Project Manager NJPT Association		
CC:	☑ MAUR H/Q	☐ with Attachment	☑ without Attachment
	☑ PMU-1	☑ with Attachment	☐ without Attachment
	☑ NJPT H/Q	☑ with Attachment	☐ without Attachment
Subject:	Bored Tunnel – Connection Details between Bored Tunnel and Stations		
Ref. No.:	UMRTL1-CP1b-TBMS-CTS-CTD-00103-E		
Date:	03 Aug 2017		
Level:	☐ For Level 1 Item	☑ For Level 2 Item	☐ For Level 3 Item

☐ For Information ☑ For Review and Comment ☐ For No Objection

☐ For Record ☐ For Action ☐ For Other

Please find enclosed the following:

Title	Doc. No/Rev. No	Description
TBM tunnel – Station Connection Report	HCMC-CP1b-TBMS-CTD-0296-E	Fifth Issue

Remark:

Submitted by: *Date:* 03 Aug 2017

Nobuyuki KAWAI

Dự án xây dựng tuyến đường sắt đô thị số 1 TP. Hồ Chí Minh
Tuyến Bến Thành – Suối Tiên
Gói thầu 1b: Xây dựng
(Đoạn ngầm từ KM 0+615 đến KM 2+360)

SHMZ SHIMIZU CORPORATION
MAEDA
SHIMIZU – MAEDA JOINT OPERATION

PHIẾU CHUYỂN GIAO TÀI LIỆU KỸ THUẬT

Từ:	Ông Nobuyuki Kawai Giám đốc Dự án Liên danh Shimizu – Maeda (SMJO)		
Đến:	Ông Shun Sugawara Giám đốc Dự án Liên danh NJPT		
Đồng kính gửi:	☑ MAUR H/Q	☐ có đính kèm	☑ không có đính kèm
	☑ PMU-1	☑ có đính kèm	☐ không có đính kèm
	☑ NJPT H/Q	☑ có đính kèm	☐ không có đính kèm
Tiêu đề:	Hầm Khoan – Chi tiết nối giữa hầm khoan và nhà ga		
Số tham chiếu:	UMRTL1-CP1b-TBMS-CTS-CTD-00103-E		
Ngày:	/08/2017		
Cấp độ:	☐ Cấp 1	☑ Cấp 2	☐ Cấp 3

☐ Thông tin ☑ Xem xét và cho ý kiến ☐ Không phản đối

☐ Lưu trữ ☐ Thực hiện ☐ Khác

Vui lòng xem các đính kèm :

Tiêu đề	Số hồ sơ/Số chỉnh sửa	Miêu tả
Báo cáo Thiết kế Kỹ Thuật mối nối hầm khoan – nhà ga	HCMC-CP1b-TBMS-CTD-00296-E	Thiết lập lần năm

Ghi chú:

Trình nộp bởi: *Ngày:*

Nobuyuki KAWAI

THIRD PARTY VERIFICATION CERTIFICATE
CHỨNG NHẬN THẨM TRA CỦA BÊN THỨ BA

Ho Chi Minh City Urban Railway Construction Project
Ben Thanh – Suoi Tien Section (Line 1)
Contract Package 1b: Civil (Underground Section from KM 0+615 to KM 2+360)

Dự Án Đầu Tư Xây Dựng Tuyến Đường Sắt Đô Thị TP. Hồ Chí Minh
Tuyến Bến Thành - Suối Tiên (Tuyến Số 1)
Gói Thầu Số 1b: Xây Dựng (Đoạn Ngầm từ KM 0+615 đến KM 2+360)

This Third Party Verification Certificate refers to Transmittal No. UMRTL1-CP1b-TBMS-CTS-CTD-00103-E which comprises:

Chứng Nhận Thẩm Tra Của Bên Thứ Ba này tham chiếu đến Đệ Trình Số No. UMRTL1-CP1b-TBMS-CTS-CTD-00103-E bao gồm:

Design Segment:	Bored Tunnel	Design Package:	Permanent works – Connection Details between Bored Tunnel and Stations
Phân Khúc Thiết Kế:	*Hầm Khiên đào*	*Gói Thiết Kế:*	*Công trình vĩnh cửu – Chi tiết nối giữa hầm khoan và nhà ga*

Design Stage:	Technical Design	in respect of:
Giai Đoạn Thiết Kế:	*Thiết Kế Kỹ Thuật*	*tương ứng với:*

Bored Tunnel: Permanent Works – Connection Details between Bored Tunnel and Stations

Hầm Khiên Đào: Công trình vĩnh cửu - Chi tiết nối giữa hầm khoan và nhà ga

The contents of this submission are listed in Section A below.
Documents for which a Notice of No Objection has previously been issued and which are of relevance to this submission are listed in Section B below.

Nội dung của đệ trình này được liệt kê trong Phần A bên dưới.
Những hồ sơ đã nhận được Ý Kiến Không Phản Đối và có liên quan đến lần trình nộp này được liệt kê trong Phần B bên dưới.

THIRD PARTY VERIFIER'S STATEMENT

XÁC NHẬN CỦA ĐƠN VỊ THẨM TRA THỨ BA

We certify that the design of the Works, as shown and described in the drawings and documents listed in Section A below,

(a) has been independently checked and verified by us and complies with the Employer's Requirements and all other requirements of the Contract;

(b) includes all necessary and required approvals relating to the design;

(c) all effects of the design comprising the submission on, or from, the design of adjacent or other parts of the Works and Interfacing Contracts have been fully taken into account in the design.

The Third Party Verification Certificate No. on the reports and drawings is **2305/TEDI-TVQT**

Chúng tôi xác nhận rằng thiết kế của Công Trình, như đã trình bày và mô tả trong các bản vẽ và hồ sơ được liệt kê trong Phần A,

a) đã được chúng tôi kiểm tra và thẩm tra độc lập; thiết kế này tuân thủ Yêu Cầu của Chủ Đầu Tư và tất cả các yêu cầu khác của Hợp Đồng;

b) bao gồm tất cả các văn bản phê duyệt thiết kế cần thiết và bắt buộc;

c) mọi ảnh hưởng của thiết kế bao gồm thiết kế được đệ trình đối với hoặc nảy sinh từ thiết kế của công trình liền kề hay các phần khác của Công Trình và các Hợp Đồng Giao Diện đã được xem xét đầy đủ trong thiết kế này.

Số Chứng Nhận của Đơn Vị Thẩm Tra Thứ Ba trên thuyết minh tính toán và bản vẽ là

2305/TEDI-TVQT

Signed by Authorized Representative (for Third Party Verifier)
Ký bởi Đại Diện Pháp Lý (cho Đơn Vị Thẩm Tra Thứ Ba)

TỔNG CÔNG TY TƯ VẤN THIẾT KẾ GIAO THÔNG VẬN TẢI CTCP

Nguyễn Minh Thắng
Vice General Director
Phó Tổng Giám Đốc

Đào Ngọc Vinh
Project Manager
Giám Đốc Dự Án

01 Aug 2017
Date
Ngày

CONTRACTOR'S VERIFICATION

XÁC NHẬN CỦA NHÀ THẦU

This certifies that the Third Party Verification of this design has been performed utilizing the skill and care to be expected of a professionally qualified and competent designer, experienced in work of similar nature and scope. This further certifies that all works relating to the Third Party Verification has been verified by us.

Chứng chỉ này chứng nhận rằng Đơn Vị Thẩm Tra Thứ Ba của công tác thiết kế này đã được thực hiện sử dụng kỹ năng và sự thận trọng của một đơn vị thiết kế chuyên nghiệp và có năng lực, có kinh nghiệm trong việc thực hiện các công việc có phạm vi và bản chất tương tự. Chứng chỉ này cũng chứng nhận thêm rằng tất cả các công việc liên quan đến việc chuẩn bị, xem xét, kiểm tra, và chứng nhận công tác thiết kế đã được chúng tôi thẩm định.

Signed by Authorized Representative (for Contractor)
Ký bởi Đại Diện Pháp Lý (cho Nhà Thầu)

SHIMIZU - MAEDA
THẦU
THỰC HIỆN
GÓI THẦU 1B DỰ ÁN
XÂY DỰNG TUYẾN
ĐƯỜNG SẮT ĐÔ THỊ
SỐ 1 THÀNH PHỐ
HỒ CHÍ MINH

Nobuyuki Kawai
Representative and Project Manager
Đại Diện và Quản Lý Dự Án

03 Aug 2017
Date
Ngày

SECTION A

PHẦN A

Transmittal No. **UMRTL1-CP1b-TBMS-CTS-CTD-00103-E** comprises the following drawings and reports:
Đệ Trình Số UMRTL1-CP1b-TBMS-CTS-CTD-00103-E bao gồm các bản vẽ và thuyết minh tính toán sau:

No.	Drawing No.	Drawing Title	Revision	Remark
1	CP1b-CTS-TD-TBMS-00070	Bored Tunnel – Connection with Station – Type Section at Arrival Side	A	
2	CP1b-CTS-TD-TBMS-00071	Bored Tunnel – Connection with Station (EBT Arrival Side)	C	
3	CP1b-CTS-TD-TBMS-00073	Bored Tunnel – Connection with Station (WBT Arrival Side)	C	
4	CP1b-CTS-TD-TBMS-00075	Bored Tunnel – Connection with Station EBT and WBT Launching Side (1/2)	B	
5	CP1b-CTS-TD-TBMS-00076	Bored Tunnel – Connection with Station EBT and WBT Launching Side (2/2)	C	

Report List

No.	Report Title	Report No.	Revision
1	Technical Design Report	HCMC-CP1b-TBMS-CTD-00296-E	E

SECTION B

PHẦN B

Nil

Không có

TEDI - NAGECCO JOINT VENTURE

HO CHI MINH URBAN RAILWAY CONSTRUCTION PROJECT

BEN THANH - SUOI TIEN SECTION (LINE-1)

Contract Package 1b: Civil

(Underground Section from KM 0+615 to KM 2+360)

Design stage: Technical design

THIRD PARTY VERIFIER'S REPORT

2305/TEDI-TVQT (DATE AUGUST 01, 2017)

DESIGN SEGMENT:

BORED TUNNEL

DESIGN PACKAGE:

PERMANENT WORKS - CONNECTION DETAILS BETWEEN BORED TUNNEL AND STATIONS

(REV. D)

0100107839

TRANSPORT ENGINEERING DESIGN INCORPORATED
Add: 278 Ton Duc Thang, Dong Da Dist, Hanoi
Tel: 04 8514431; 04 8514432. Fax: 04 8514980; E-mail: TEDI@FPT.VN

HO CHI MINH URBAN RAILWAY CONSTRUCTION PROJECT

BEN THANH - SUOI TIEN SECTION (LINE-1)

Contract Package 1b: Civil

(Underground Section from KM 0+615 to KM 2+360)

Design stage: Technical design

THIRD PARTY VERIFIER'S REPORT

2305/TEDI-TVQT (DATE AUGUST 01, 2017)

DESIGN SEGMENT:

BORED TUNNEL

DESIGN PACKAGE:

PERMANENT WORKS - CONNECTION DETAILS BETWEEN BORED TUNNEL AND STATIONS

(REV. D)

Prepared by : **Masaaki YOSHINARU**
: Nguyen Nhu Quynh
Project manager : Dao Ngoc Vinh

TRANSPORT ENGINEERING
DESIGN INCORPORATED

Nguyen Minh Thang
Vice General Director

Ha Noi -08/ 2017

TABLE OF CONTENT

1. GENERAL INFORMATION 2
2. BASES 2
3. DOCUMENTS FOR VERIFICATION 2
3.1 Submitted documents for verification 2
3.2 Summary of main technical information 3
3.2.1 Scope of document 3
3.2.2 An overview of the document contents and the scope of works: 3
4. VERIFICATION CONTENT 4
4.1 Verification base 4
4.2 The result of verification 5
5. CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS 6
6. Appendix I: THE DRAWINGS AND REPORT LIST 6
7. Appendix II: THE TPV's REPORT IN VIETNAMESE 6

TRANSPORT ENGINEERING DESIGN INC.
International Consultant Department

No: **2305** /TEDI-TVQT

SOCIALIST REPUBLIC OF VIETNAM
Independence – Freedom – Happiness

Ha Noi, August 01, 2017

THIRD PARTY VERIFIER's REPORT

1. GENERAL INFORMATION

- Project: Ho chi minh Urban Railway Construction Project Ben Thanh - Suoi Tien Section (Line-1)
- Contract Package 1b: Civil (Underground Section from KM 0+615 to KM 2+360)
- Design segment: Bored Tunnel
- Design stage: Technical Design
- Design Package: Permanent works – Connection Details between Bored Tunnel and Stations (rev.D)
- Item: Technical Design Reports and Drawings – Tunnel and Station Connection
- Employer: Management authority for urban railways (MAUR)
- Employer’s representative: NJPT Association
- General contractor: Shimizu-Maeda joint operation
- Sub design contractor: AECOM Singapore
- TPV: TEDI – NAGECCO JOINT VENTURE

2. BASES

- Decree No.12/2009/NĐ-CP dated 12 February 2009 by Prime Minister on investment construction project management.
- EPC contract between the Client who is The Management Authority for Urban Railways (MAUR) and the main contractor SHIMIZU – MAEDA Joint Venture.
- Contract No.UMRTL1-SC-0020 dated 29th January 2015 between TEDI – NAGECCO Joint Venture and the main contractor SHIMIZU – MAEDA Joint Venture.

3. DOCUMENTS FOR VERIFICATION

3.1 Submitted documents for verification

- The first submission: under Transmittals No. TRS-TPV-00468 dated 28.7.2016; after reviewing, TPV issued the correspondence No. OCG-KT-LINE1-PK1B-007 dated 04.08.2016.
- The 2nd submission: under transmittals No.TRS-TPV-00504 dated on 30.08.2016 revised based on TPV’s comments. TPV has closed comments for this submission. And issued the Certificate No.3065/TEDI-TVQT dated 06.9.2016

- The 3rd submission: under transmittals No.TRS-TPV-00552 dated on 18.10.2016 revised based on NJPT's comments. This submission was certified by TPV under Certificate No. 4124/TEDI-TVQT dated 06.12.2016
- The 4th submission (rev C): under transmittals No.TRS-TPV-00639 dated on 13.1.2017 revised based on NJPT's 2nd comments, in which include some content which need TPV have the response for clarification. After reviewing, this submission was certified under Certificate No. 277/TEDI-TVQT dated 7.2.2017
- The 5th submission (rev D): under transmittals No.TRS-TPV-00701 dated on 28.4.2017 revised based on NJPT's 3rd comments, in which include some content which need TPV have the response for clarification. TPV's almost have no objection and issue certificate for current submission. TPV's certificate No. 1389/TEDI-TVQT dated 11.5.2017
- The 6th submission (rev D): under transmittals No.TRS-TPV-00721 dated 21.7.2017 revised based on NJPT's 4th comments.

3.2 Summary of main technical information

3.2.1 Scope of document

- Technical design of TBM Tunnel – Station connection. The extent of the Tunnels is 0+805 to 1+586 (Opera House Station to Ba Son Station).

3.2.2 An overview of the document contents and the scope of works:

- This document includes the related assessment for TBM tunnel and Station connection under scope of CP-1b. For alignment and other TBM segment lining related information shall be referred to the Doc. No.: HCMC-CP1b-TBMS-CTD-00024-C "Bored Tunnel Segmental Lining Design Report". For long-term ground movement/ subsidence assessment, document entitled "DESIGN APPROACH FOR THE IMPACT OF LONG=TERM GROUND MOVEMENT SUBSIDENCE ON CONTRACT PACKAGE CP1b – BORED TUNNEL" with Doc. No.: HCMC-CP1b-RPT-0200-D shall be referred.
- The plan and longitudinal profile of TBM tunnels are shown as below schematically

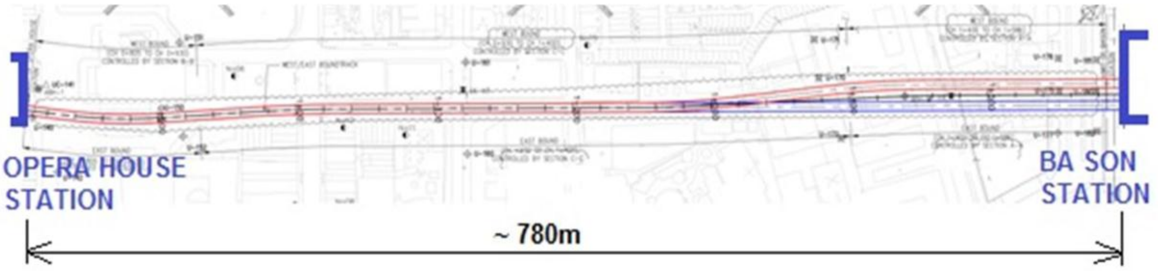


Figure 4-1 Layout Plan for the Bored Tunnel from KM 0+805 to KM 1+586 (Opera House Station to Ba Son Station)

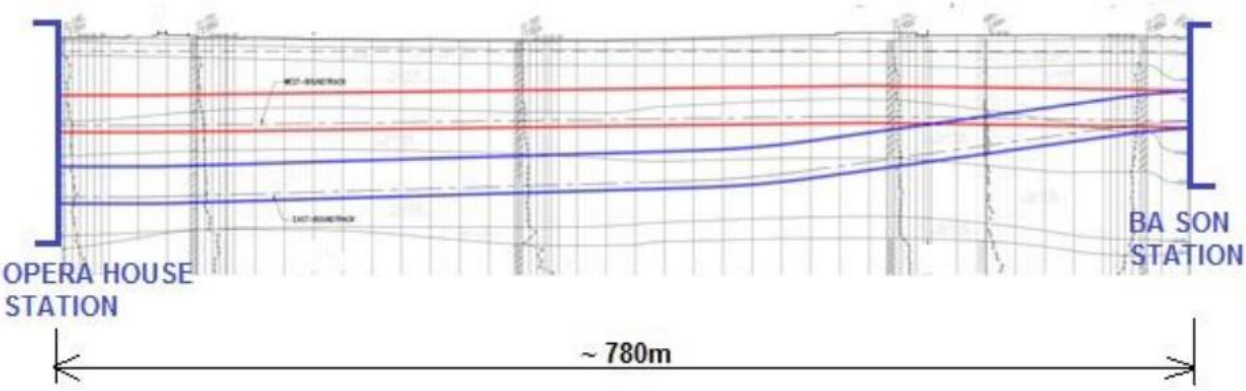

OPERA HOUSE STATION
BA SON STATION
~ 780m

Figure 4-2 Geological Profile for the Bored Tunnel from KM 0+805 to KM 1+586 (Opera House Station to Ba Son Station)

DESIGN PROCEDURE

- Design procedure is shown in Figure 4-3 below. TBM tunnel`s movement is checked at first step to evaluate whether the tunnel slips-out of the station main structure (e.g. Diaphragm wall) or not under seismic condition.
- Accordingly, further checks are conducted for joint details with the station.

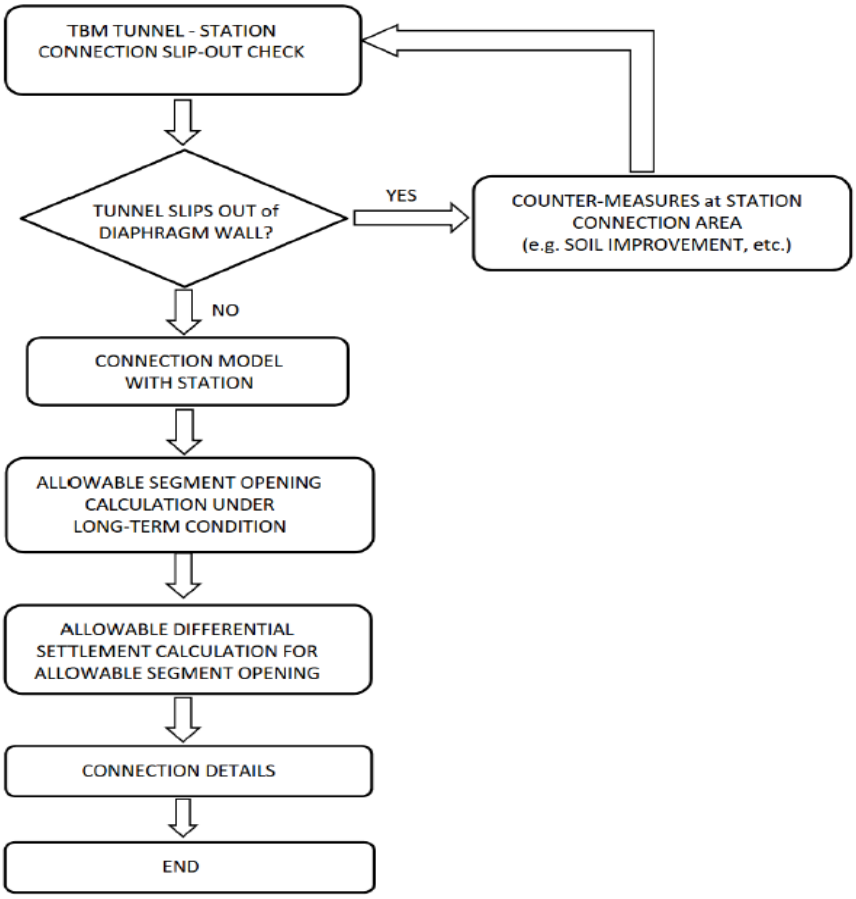

TBM TUNNEL - STATION CONNECTION SLIP-OUT CHECK
TUNNEL SLIPS OUT of DIAPHRAGM WALL?
YES
COUNTER-MEASURES at STATION CONNECTION AREA (e.g. SOIL IMPROVEMENT, etc.)
NO
CONNECTION MODEL WITH STATION
ALLOWABLE SEGMENT OPENING CALCULATION UNDER LONG-TERM CONDITION
ALLOWABLE DIFFERENTIAL SETTLEMENT CALCULATION FOR ALLOWABLE SEGMENT OPENING
CONNECTION DETAILS
END

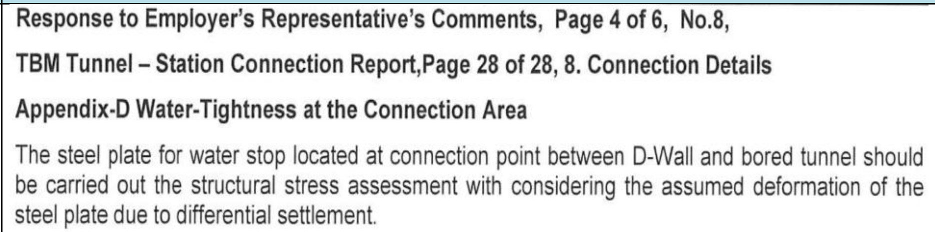
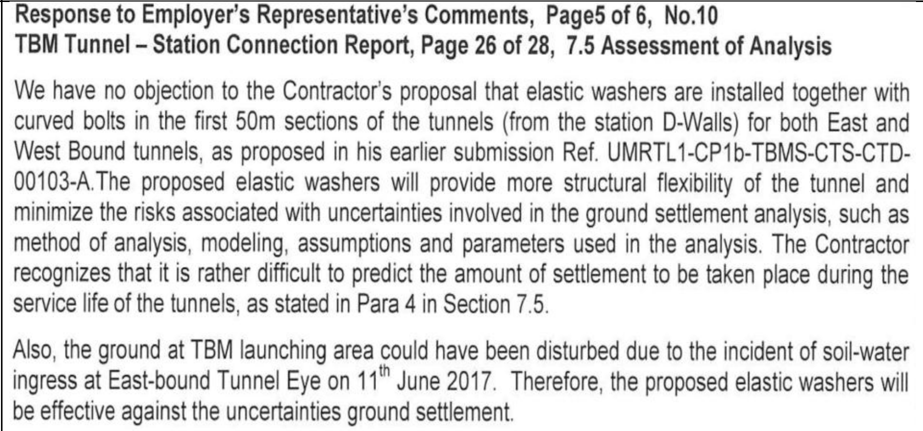
Figure 4-3 Design Procedure Flowchart

4. VERIFICATION CONTENT

4.1 Verification base

- Documents submitted by consultants design as listed in the section 3.1 above

4.2 The result of verification

No	NJPT'Comment	Type	SMJO'Response	TPV'comment
1	 **Response to Employer's Representative's Comments, Page 4 of 6, No.8,** **TBM Tunnel – Station Connection Report,Page 28 of 28, 8. Connection Details** **Appendix-D Water-Tightness at the Connection Area** The steel plate for water stop located at connection point between D-Wall and bored tunnel should be carried out the structural stress assessment with considering the assumed deformation of the steel plate due to differential settlement.	C	Please refer to Attachment – A for stress assessment of steel plate at launching and arriving area.	Noted.
2	 **Response to Employer's Representative's Comments, Page5 of 6, No.10** **TBM Tunnel – Station Connection Report, Page 26 of 28, 7.5 Assessment of Analysis** We have no objection to the Contractor's proposal that elastic washers are installed together with curved bolts in the first 50m sections of the tunnels (from the station D-Walls) for both East and West Bound tunnels, as proposed in his earlier submission Ref. UMRTL1-CP1b-TBMS-CTS-CTD-00103-A.The proposed elastic washers will provide more structural flexibility of the tunnel and minimize the risks associated with uncertainties involved in the ground settlement analysis, such as method of analysis, modeling, assumptions and parameters used in the analysis. The Contractor recognizes that it is rather difficult to predict the amount of settlement to be taken place during the service life of the tunnels, as stated in Para 4 in Section 7.5. Also, the ground at TBM launching area could have been disturbed due to the incident of soil-water ingress at East-bound Tunnel Eye on 11th June 2017. Therefore, the proposed elastic washers will be effective against the uncertainties ground settlement.	B	As responded in previous revision, elastic washer is unnecessary under our confirmed design. Furthermore, the settlement study considered the most unfavorable condition where sand layer was treated as clay and secondary consolidation settlement was considered as 6.8mm instead of 1.1mm. Thus, the risk associated with uncertainties involved in ground settlement analysis was minimized. Considering the fact that elastic washers will cause unfavorable effect in term of loose tightening on connection between tunnel segmental rings. Thus elastic washers was not considered in the current design.	Have no further comment

5. CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

- Reports & Drawings are considered satisfactory with technical requirements.
- It is recommended that the authorities to approve the design at the stage.

6. Appendix I: THE DRAWINGS AND REPORT LIST

7. Appendix II: THE TPV’s REPORT IN VIETNAMESE

APPENDIX I

THE DRAWINGS AND REPORTS LIST

SECTION A

PHẦN A

Transmittal No. **UMRTL1-CP1b-TBMS-CTS-CTD-00103-E** comprises the following drawings and reports:
Đệ Trình Số UMRTL1-CP1b-TBMS-CTS-CTD-00103-E bao gồm các bản vẽ và thuyết minh tính toán sau:

No.	Drawing No.	Drawing Title	Revision	Remark
1	CP1b-CTS-TD-TBMS-00070	Bored Tunnel – Connection with Station – Type Section at Arrival Side	A	
2	CP1b-CTS-TD-TBMS-00071	Bored Tunnel – Connection with Station (EBT Arrival Side)	C	
3	CP1b-CTS-TD-TBMS-00073	Bored Tunnel – Connection with Station (WBT Arrival Side)	C	
4	CP1b-CTS-TD-TBMS-00075	Bored Tunnel – Connection with Station EBT and WBT Launching Side (1/2)	B	
5	CP1b-CTS-TD-TBMS-00076	Bored Tunnel – Connection with Station EBT and WBT Launching Side (2/2)	C	

Report List

No.	Report Title	Report No.	Revision
1	Technical Design Report	HCMC-CP1b-TBMS-CTD-00296-E	E

SECTION B

PHẦN B

Nil

Không có

APPENDIX II

THE TPV's REPORT IN VIETNAMESE

MỤC LỤC

1. GIỚI THIỆU CHUNG 2

2. CĂN CỨ THẨM TRA 2

3. THÀNH PHẦN HỒ SƠ 2

3.1. Các hồ sơ Tư vấn thẩm tra nhận được 2

3.2. Tóm tắt thông tin kỹ thuật chính 3
3.2.1. Phạm vi thiết kế 3
3.2.2. Tổng quan về các nội dung hồ sơ và phạm vi thiết kế 3

4. NỘI DUNG THẨM TRA 4

4.1. Cơ sở thẩm tra 4

4.2. Kết quả thẩm tra 6

5. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ 7

TỔNG CÔNG TY TVTK GTVT-CTCP
TRUNG TÂM TƯ VẤN QUỐC TẾ

No: **2305** /TEDI-TVQT

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM
Độc lập – Tự do – Hạnh phúc

Hà Nội, ngày 01 tháng 8 năm 2017

BÁO CÁO THẨM TRA CỦA BÊN THỨ BA

1. GIỚI THIỆU CHUNG

- Dự án đầu tư Xây dựng tuyến đường sắt đô thị TP.Hồ Chí Minh, tuyến Bến Thành- Suối Tiên (Tuyến số 1)
- Gói thầu số 1b: Xây dựng (đoạn ngầm từ KM 0+615 tới KM 2+360)
- Phân khúc thiết kế: Các nhà Ga ngầm
- Giai đoạn thiết kế: Thiết kế kỹ thuật
- Gói thiết kế: Hầm khiên đào: Chi tiết nối giữa hầm khiên đào vào nhà ga (rev. D)
- Chủ đầu tư: Ban quản lý đường sắt đô thị (MAUR)
- Đại diện chủ đầu tư: Liên danh NJPT
- Nhà thầu: Liên danh Shimizu-Maeda Joint Operation
- Nhà thầu phụ thiết kế: AECOM Singapore
- Bên thứ 3 thẩm tra: Liên danh TEDI – NAGECCO

2. CĂN CỨ THẨM TRA

- Nghị định No.12/2009/NĐ-CP ngày 12.02.2009 của Thủ tướng Chính phủ về quản lý dự án đầu tư xây dựng.
- Hợp đồng EPC giữa chủ đầu tư là Cơ quan Quản lý Đường sắt đô thị (MAUR) và nhà thầu chính liên danh Shimizu-Maeda.
- Hợp đồng No.UMRTL1-SC-0020 ngày 29.01.2015 giữa liên danh TEDI – NAGECCO và nhà thầu chính liên danh Shimizu-Maeda.

3. THÀNH PHẦN HỒ SƠ

3.1. Các hồ sơ Tư vấn thẩm tra nhận được

- Hồ sơ lần 1: theo giao nhận số. TRS-TPV-00468 ngày 28.07.2016; Sau khi kiểm tra, TVTT phát hành ý kiến thẩm tra lần 1 theo số OCG-KT-LINE1-PK1B-007 ngày 04.08.2016
- Hồ sơ lần 2: theo giao nhận số. TRS-TVTT-00504 ngày 30.08.2016; Trong đó TVTK chỉnh sửa và bổ sung theo ý kiến thẩm tra lần 1 của TVTT. Sau khi kiểm tra, TVTT đã phát hành chứng nhận thẩm tra số No. 3065/TEDI-TVQT ngày 06.09.2016.

- Hồ sơ lần 3: theo giao nhận số. TRS-TVTT-00552 ngày 18.10.2016; Hồ sơ bao gồm trả lời và chỉnh sửa theo ý kiến thẩm định loại B, C của NJPT. Hồ sơ đã được phát hành chứng nhận thẩm tra số No. 4124/TEDI-TVQT ngày 06.12.2016.
- Hồ sơ lần 4 (rev C): Theo giao nhận số. TRS-TVTT-00639 ngày 13.1.2017; Hồ sơ bao gồm trả lời và chỉnh sửa theo ý kiến thẩm định lần 2 loại B, C của NJPT. Hồ sơ đã được thẩm tra tại số 277/TEDI-TVQT ngày 7.2.2017
- Hồ sơ lần 5 (rev D): Theo giao nhận số. TRS-TVTT-00701 ngày 28.4.2017; Hồ sơ bao gồm trả lời và chỉnh sửa theo ý kiến thẩm định lần 3 loại B, C của NJPT. Chứng nhận thẩm tra số 1389/TEDi-TVQT ngày 11.5.2017
- Hồ sơ lần 6 (rev D): Theo giao nhận số. TRS-TVTT-00721 ngày 21.7.2017; Hồ sơ bao gồm trả lời và chỉnh sửa theo ý kiến thẩm định lần 4 của NJPT.

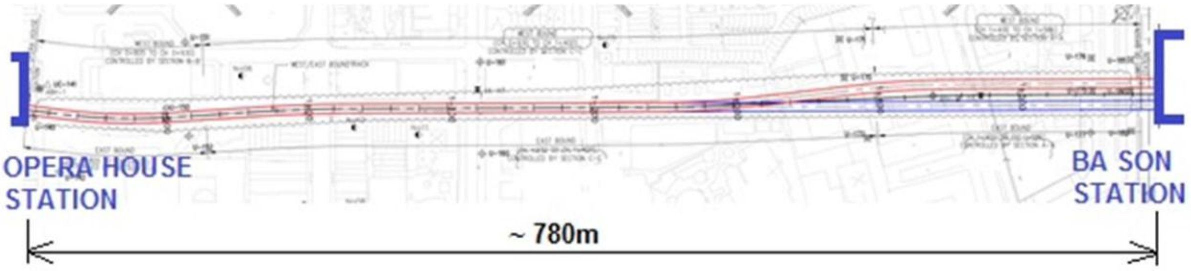
3.2. Tóm tắt thông tin kỹ thuật chính

3.2.1. Phạm vi thiết kế

- Thiết kế kỹ thuật của hạng mục này có phạm vi từ lý trình KM0+805 đến KM1+586.

3.2.2. Tổng quan về các nội dung hồ sơ và phạm vi thiết kế

Mặt bằng và mặt đứng hầm khien đào như được thể hiện dưới hình vẽ sau



Hình 4-1 Mặt bằng hầm khiên đào từ KM 0+805 to KM 1+586 (Opera House Station to Ba Son Station)

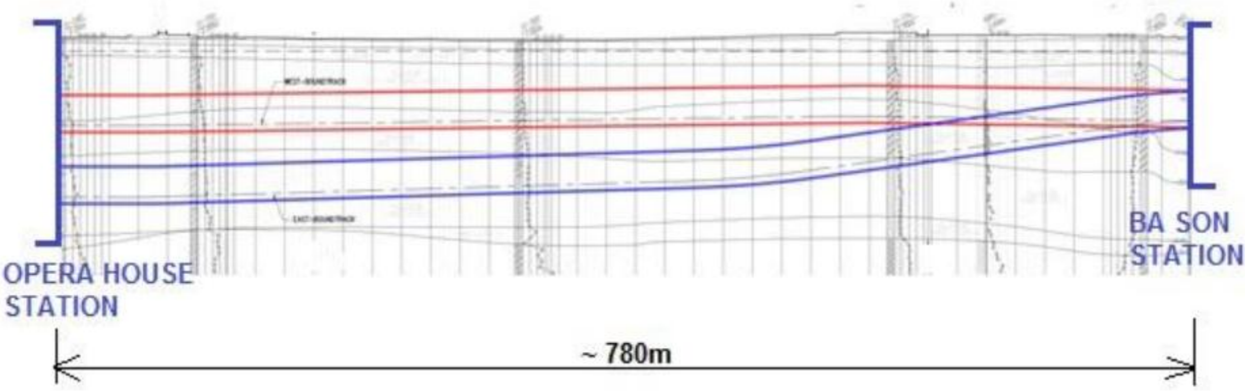


Figure 4-2 Mặt cắt địa chất hầm khiên đào từ KM 0+805 to KM 1+586 (Opera House Station to Ba Son Station)

Trình tự thiết kế

- Trình tự thiết kế được thể hiện dưới hình 4-3. Chuyể vị hầm TBM được kiểm tra đầu tiên để đánh giá dưới tải trọng động đất có hay không có sự trượt giưuã hầm TBM và kết cấu nhà ga
- Tiếp đó, các kiểm toán được tiến hành cho các chi tiết nối giữa kết cấu hầm TBm và nhà ga

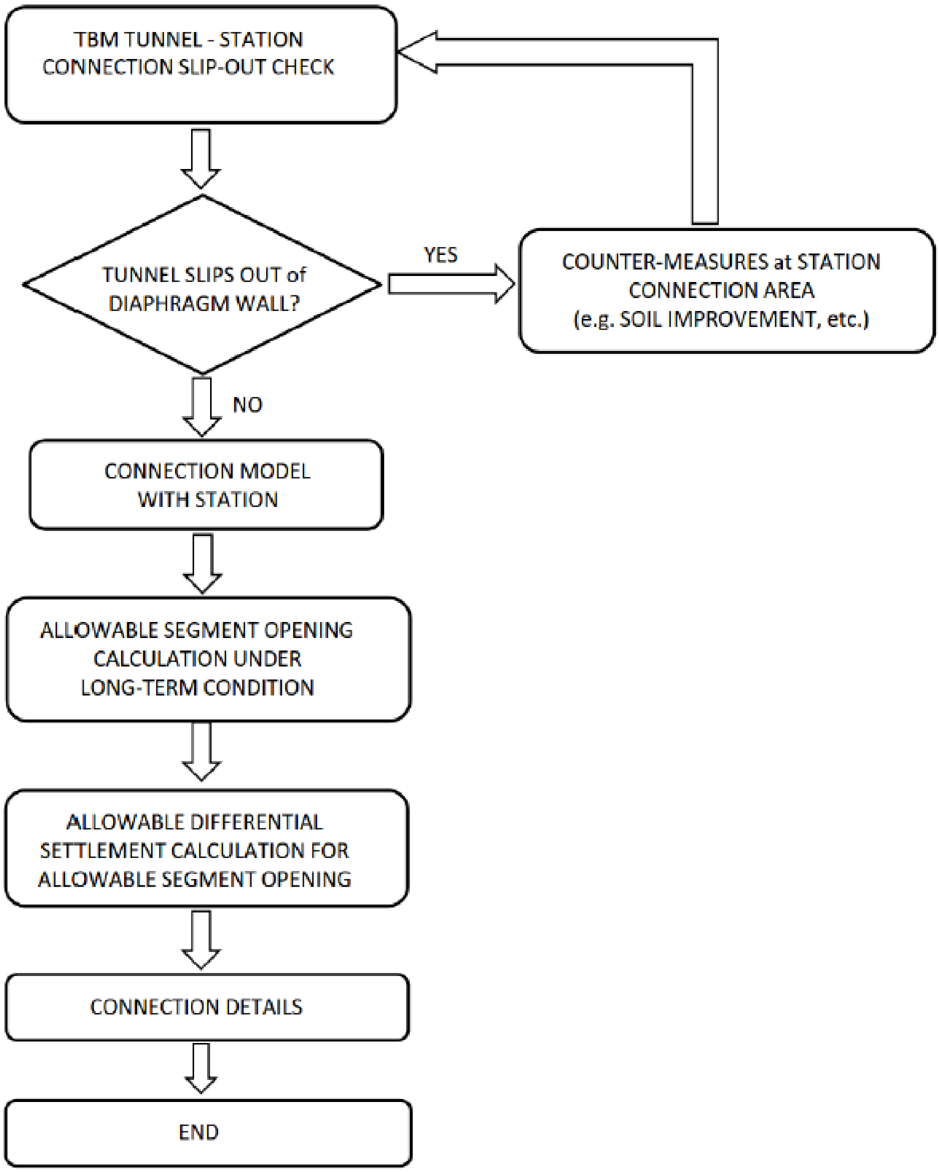

TBM TUNNEL - STATION CONNECTION SLIP-OUT CHECK
TUNNEL SLIPS OUT of DIAPHRAGM WALL?
YES
COUNTER-MEASURES at STATION CONNECTION AREA (e.g. SOIL IMPROVEMENT, etc.)
NO
CONNECTION MODEL WITH STATION
ALLOWABLE SEGMENT OPENING CALCULATION UNDER LONG-TERM CONDITION
ALLOWABLE DIFFERENTIAL SETTLEMENT CALCULATION FOR ALLOWABLE SEGMENT OPENING
CONNECTION DETAILS
END

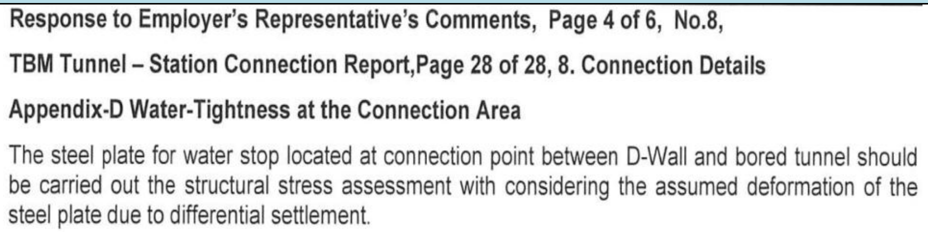
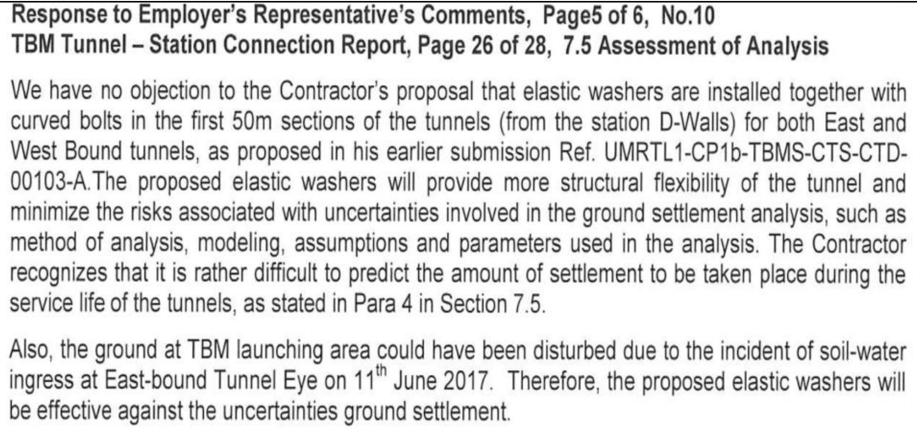
Figure 4-3 Trình tự thiết kế

4. NỘI DUNG THẨM TRA

4.1. Cơ sở thẩm tra

- Dựa trên hồ sơ của SMJO và ý kiến & báo cáo của TVTT được liệt kê trong mục 3.1 phía trên.

4.2. Kết quả thẩm tra

No	NJPT'Comment	Type	SMJO'Response	TPV'comment
1	 **Response to Employer's Representative's Comments, Page 4 of 6, No.8,** **TBM Tunnel – Station Connection Report,Page 28 of 28, 8. Connection Details** **Appendix-D Water-Tightness at the Connection Area** The steel plate for water stop located at connection point between D-Wall and bored tunnel should be carried out the structural stress assessment with considering the assumed deformation of the steel plate due to differential settlement.	C	Please refer to Attachment – A for stress assessment of steel plate at launching and arriving area.	Ghi nhận
2	 **Response to Employer's Representative's Comments, Page5 of 6, No.10** **TBM Tunnel – Station Connection Report, Page 26 of 28, 7.5 Assessment of Analysis** We have no objection to the Contractor's proposal that elastic washers are installed together with curved bolts in the first 50m sections of the tunnels (from the station D-Walls) for both East and West Bound tunnels, as proposed in his earlier submission Ref. UMRTL1-CP1b-TBMS-CTS-CTD-00103-A.The proposed elastic washers will provide more structural flexibility of the tunnel and minimize the risks associated with uncertainties involved in the ground settlement analysis, such as method of analysis, modeling, assumptions and parameters used in the analysis. The Contractor recognizes that it is rather difficult to predict the amount of settlement to be taken place during the service life of the tunnels, as stated in Para 4 in Section 7.5. Also, the ground at TBM launching area could have been disturbed due to the incident of soil-water ingress at East-bound Tunnel Eye on 11th June 2017. Therefore, the proposed elastic washers will be effective against the uncertainties ground settlement.	B	As responded in previous revision, elastic washer is unnecessary under our confirmed design. Furthermore, the settlement study considered the most unfavorable condition where sand layer was treated as clay and secondary consolidation settlement was considered as 6.8mm instead of 1.1mm. Thus, the risk associated with uncertainties involved in ground settlement analysis was minimized. Considering the fact that elastic washers will cause unfavorable effect in term of loose tightening on connection between tunnel segmental rings. Thus elastic washers was not considered in the current design.	Không có ý kiến thêm

5. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

- Kiến nghị các cấp có thẩm quyền phê duyệt thiết kế làm cơ sở triển khai bước tiếp theo.

DESIGN CERTIFICATE
CHỨNG NHẬN THIẾT KẾ

Ho Chi Minh City Urban Railway Construction Project
Ben Thanh - Suoi Tien Section (Line 1)
Contract Package-1b: Civil: (Underground Section from KM 0+615 to KM 2+360)

Dự Án Tuyến Đường Sắt Nội Đô TP. Hồ Chí Minh
Đoạn Bến Thành – Suối Tiên (Tuyến số 1)
Gói Thầu -1b: Xây dựng (Đoạn ngầm từ KM 0+615 đến KM 2+360)

The Design Certificate refers to Transmittal No. UMRTL1-CP1b-TBMS-CTS-CTD-00103-E which comprises:

Chứng Nhận Thiết Kế này tham chiếu đến Đệ Trình Số **UMRTL1-CP1b-TBMS-CTS-CTD-00103-E** ***bao gồm***

Design Segment:	**Bored Tunnel**	**Design Package:**	**Permanent works – Connection Details between Bored Tunnel and Stations**
Phân Khúc Thiết Kế:	***Hầm Khiên đào***	***Gói Thiết Kế:***	***Công trình vĩnh cửu – Chi tiết nối giữa hầm khoan và nhà ga***

Design Stage: Technical Design in respect of:

Giai Đoạn Thiết Kế: Thiết Kế Kỹ Thuật tương ứng với:

Bored Tunnel: Permanent Works – Connection Details between Bored Tunnel and Stations

Hầm Khiên Đào: Công trình vĩnh cửu - Chi tiết nối giữa hầm khoan và nhà ga

Hợp đồng 1b là ngầm và chiều dài ước lượng 1745m ((CH 0K615 ~ CH 2K360). Bao gồm nhánh phía tây (EB) và phía đông và có hai ga ngầm – Ga Nhà Hát và Ga Ba Son đặt tại vị trí CH 0K715 và CH 1K706 theo thứ tự.

The contents of this submission are listed in Section A below.
Nội dung của hồ sơ trình nộp này được liệt kê trong Phần A bên dưới).

Documents for which a Notice of No Objection has previously been issued and which are of relevance to this Submission are listed in Section B below.
Những hồ sơ nhận được kết quả thông báo Không Phản Đối có liên quan đến lần trình nộp này được liệt kê trong Phần B bên dưới)

DESIGN CERTIFICATE
CHỨNG NHẬN THIẾT KẾ

DESIGNER'S STATEMENT

XÁC NHẬN CỦA ĐƠN VỊ THIẾT KẾ

We certify that the design of the Works, as shown and described in the drawings and documents listed in Section A below,

- (a) has been designed by us and complies with the Employer's Requirements and all other requirements of the Contract;
- (b) has been confirmed as complete, adequate and valid of the design through an in-house design and QA check;
- (c) includes all necessary and required approvals (e.g from Local Authorities or agencies, etc) relating to the design and copies of such approvals are annexed in Section C below;
- (d) all effects of the design comprising the submission on, or from, the design of adjacent or other parts of the Works and Interfacing Contracts have been fully taken into account in the design.

Chúng tôi xác nhận rằng thiết kế cho dự án, như đã được trình bày và mô tả trong hồ sơ và bản vẽ được liệt kê trong Phần A dưới đây,

- *(a) đã được chúng tôi thiết kế và tuân thủ Yêu Cầu của Chủ Đầu Tư và tất cả các yêu cầu khác của Hợp Đồng;*
- *(b) được xác nhận là thiết kế hoàn chỉnh, đầy đủ và có giá trị được bộ phận thiết kế và quản lý chất lượng nội bộ kiểm tra;*
- *(c) bao gồm mọi chấp thuận cần thiết và được yêu cầu (ví dụ các cơ quan chức năng hoặc đại diện tại địa phương, vv) có liên quan đến thiết kế và các bản sao của các chấp thuận này được đính kèm trong phần C dưới đây;*
- *(d) mọi ảnh hưởng của thiết kế bao gồm việc trình nộp thiết kế hoặc phát sinh từ việc thiết kế các phần liền kế hoặc các phần khác của dự án và Giao Diện Hợp Đồng đã được xem xét đầy đủ trong thiết kế này.*

Signed by 'Authorised Representative' (for Designer)

Ký bởi Đại Diện (cho Đơn Vị Thiết Kế)

CÔNG TY AECOM SINGAPORE PTE. LTD SINGAPORE

Eddie Wong

Representative

Đại Diện

Date: Aug 2017

Ngày : 08 /2017

DESIGN CERTIFICATE
CHỨNG NHẬN THIẾT KẾ

CONTRACTORS CERTIFICATION

XÁC NHẬN CỦA NHÀ THẦU

This Certifies that all design has been performed utilizing skill and care to be expected of a professionally qualified and competent designer, experienced in work of similar nature and scope. This further certifies that all works relating to the preparation, review, checking and certification of design has been verified by us.

Chứng chỉ này chứng nhận rằng tất cả các công tác thiết kế đã được thực hiện sử dụng kỹ năng và sự thận trọng của một đơn vị thiết kế chuyên nghiệp và có năng lực, có kinh nghiệm trong việc thực hiện các công việc có phạm vi và tính chất tương tự. Chứng chỉ này cũng chứng nhận thêm rằng tất cả các công việc liên quan đến việc chuẩn bị, xem xét, kiểm tra và chứng nhận công tác thiết kế đã được chúng tôi thẩm định.

Signed by 'Authorised Representative', (for Contractor)
Ký bởi Đại Diện (cho Nhà Thầu)

LIÊN DANH SHIMIZU – MAEDA
THẦU THỰC HIỆN GÓI THẦU 1B DỰ ÁN XÂY DỰNG TUYẾN ĐƯỜNG SẮT ĐÔ THỊ THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

Nobuyuki Kawai

Representative and Project Manager

Đại Diện và Quản Lý Dự Án

03 Aug 2017
Date

Ngày

DESIGN CERTIFICATE
CHỨNG NHẬN THIẾT KẾ

Section A

Phần A

Transmittal No. **UMRTL1-CP1b-TBMS-CTS-CTD-00103-E** comprises the following drawings and reports:
Đệ Trình Số UMRTL1-CP1b-TBMS-CTS-CTD-00103-E bao gồm các bản vẽ và thuyết minh tính toán sau:

Report List:
Danh Sách Báo Cáo

No.	Report Title	Report No.	Revision
1	Technical Design Report	HCMC-CP1b-TBMS-CTD-00296-E	E

Drawing List:
Danh Sách Bản Vẽ

No.	Drawing No.	Drawing Title	Revision	Remark
1	CP1b-CTS-TD-TBMS-00070	Bored Tunnel – Connection with Station – Type Section at Arrival Side	A	
2	CP1b-CTS-TD-TBMS-00071	Bored Tunnel – Connection with Station (EBT Arrival Side)	C	
3	CP1b-CTS-TD-TBMS-00073	Bored Tunnel – Connection with Station (WBT Arrival Side)	C	
4	CP1b-CTS-TD-TBMS-00075	Bored Tunnel – Connection with Station EBT and WBT Launching Side (1/2)	B	
5	CP1b-CTS-TD-TBMS-00076	Bored Tunnel – Connection with Station EBT and WBT Launching Side (2/2)	C	

Section B

Phần B

Nil
Không

Section C

Phần C

Nil
Không

Ho Chi Minh City Urban Railway Construction Project
Ben Thanh – Suoi Tien Section (Line 1)
Contract Package 1b
Civil (Underground Section KM 0+615 to KM 2+360)

DOC No.: HCMC-CP1b-TBMS-CTD-00296-E

Title	**TECHNICAL DESIGN** **CONNECTION DETAILS BETWEEN BORED TUNNEL AND STATIONS**		
Revision History	**Edition**	**Date**	**Object**
	Rev A	30 Aug 2016	First issue
	Rev B	05 Dec 2016	Second issue
	Rev C	07 Feb 2017	Third issue
	Rev D	10 May 2017	Fourth issue
	Rev E	01 Aug 2017	Fifth issue

TỔNG CÔNG TY TƯ VẤN THIẾT KẾ GTVT - CTCP
THIẾT KẾ ĐÃ THẨM TRA
Theo văn bản thẩm tra số: 2305.../TEDI-TVQT
ngày: 01 AUG 2017
Cán bộ chủ trì thẩm tra: Đào Ngọc Vinh
Chữ ký: ....

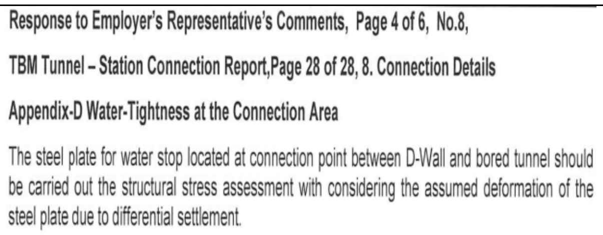
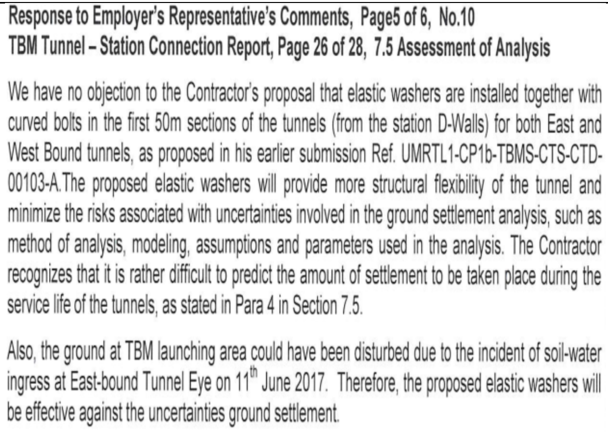
Approval

Version	**Name**		**Date**	**Signature**
E	Prepared by:	Ozturk Ozgur	01 Aug 2017	
	Checked by:	Eddie Wong	01 Aug 2017	Wong
	Approved by:	Eddie Wong	01 Aug 2017	Wong

CÔNG TY AECOM SINGAPORE PTE. LTD

<table>
<tr><td rowspan="2"></td><td>Ho Chi Minh City Urban Railway Construction Project
Ben Thanh - Suoi Tien Section (Line 1)
Contract Package-1b: Underground</td><td>Doc. No.: HCMC-CP1b-TBMS-CTD-0296-E</td></tr>
<tr><td>TITLE: BORED TUNNEL – CONSTRUCTION DETAILS BETWEEN BORED TUNNEL AND STATIONS</td><td>Rev. Date: 21 Jul 2017
Page : 1 of 1</td></tr>
</table>

Response to Employer's Representative's Comments

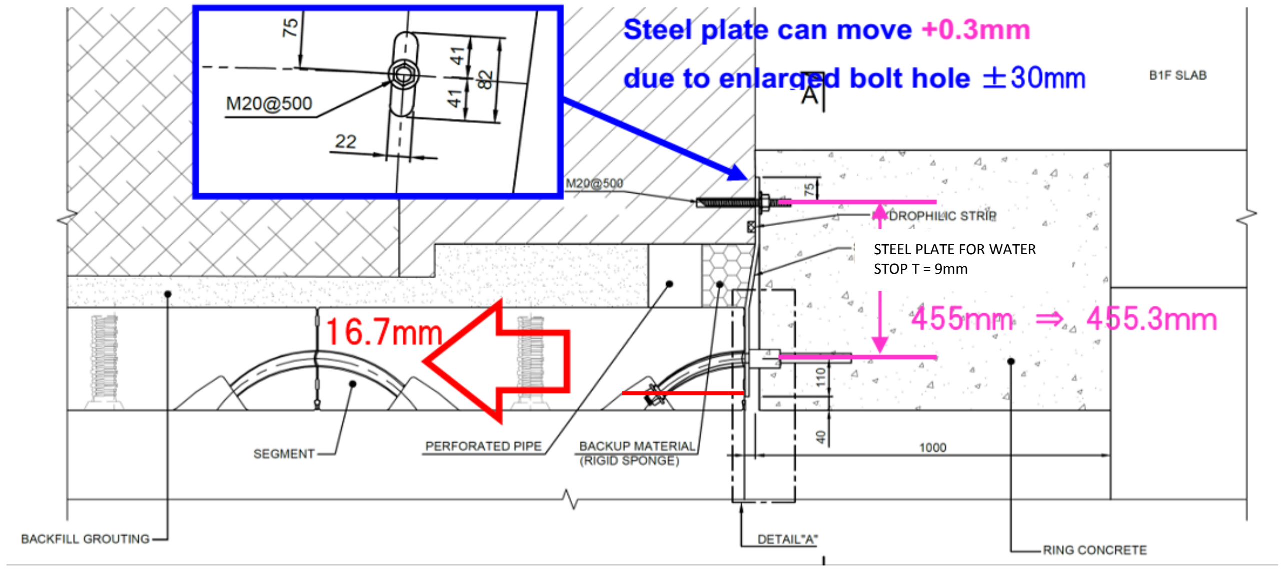
<table>
<tr><td colspan="3">SMJO Submission Ref. No.:
UMRTL1-CP1b-TBMS-CTS-CTD-00103-D</td><td>Date Submitted:
19 May 2017</td><td>Description: Bored Tunnel – Construction Details between Bored Tunnel and Stations</td></tr>
<tr><td colspan="3">Employer's Representative's Response to Contractor's Submission</td><td colspan="2">SMJO's Response to Employer's Representative's Comments</td></tr>
<tr><td>No</td><td>Comment</td><td>Type</td><td colspan="2">Response</td></tr>
<tr><td>1</td><td>
Response to Employer's Representative's Comments, Page 4 of 6, No.8,
TBM Tunnel – Station Connection Report,Page 28 of 28, 8. Connection Details
Appendix-D Water-Tightness at the Connection Area
The steel plate for water stop located at connection point between D-Wall and bored tunnel should be carried out the structural stress assessment with considering the assumed deformation of the steel plate due to differential settlement.</td><td>C</td><td colspan="2">Please refer to Attachment – A for stress assessment of steel plate at launching and arriving area.</td></tr>
<tr><td>2</td><td>
Response to Employer's Representative's Comments, Page5 of 6, No.10
TBM Tunnel – Station Connection Report, Page 26 of 28, 7.5 Assessment of Analysis
We have no objection to the Contractor's proposal that elastic washers are installed together with curved bolts in the first 50m sections of the tunnels (from the station D-Walls) for both East and West Bound tunnels, as proposed in his earlier submission Ref. UMRTL1-CP1b-TBMS-CTS-CTD-00103-A.The proposed elastic washers will provide more structural flexibility of the tunnel and minimize the risks associated with uncertainties involved in the ground settlement analysis, such as method of analysis, modeling, assumptions and parameters used in the analysis. The Contractor recognizes that it is rather difficult to predict the amount of settlement to be taken place during the service life of the tunnels, as stated in Para 4 in Section 7.5.
Also, the ground at TBM launching area could have been disturbed due to the incident of soil-water ingress at East-bound Tunnel Eye on 11th June 2017. Therefore, the proposed elastic washers will be effective against the uncertainties ground settlement.</td><td>B</td><td colspan="2">As responded in previous revision, elastic washer is unnecessary under our confirmed design. Furthermore, the settlement study considered the most unfavorable condition where sand layer was treated as clay and secondary consolidation settlement was considered as 6.8mm instead of 1.1mm. Thus, the risk associated with uncertainties involved in ground settlement analysis was minimized.
Considering the fact that elastic washers will cause unfavorable effect in term of loose tightening on connection between tunnel segmental rings. Thus elastic washers was not considered in the current design.</td></tr>
</table>

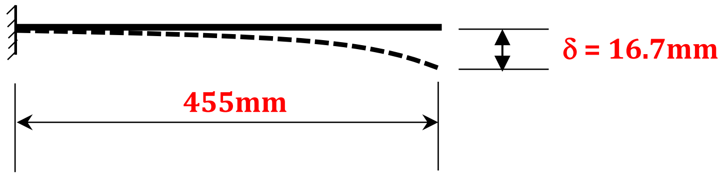
SHMZ SHIMIZU CORPORATION MAEDA SHIMIZU-MAEDA JOINT OPERATION	Dự Án Tuyến Đường Sắt Đô thị số 1 TP. Hồ Chí Minh Đoạn Bến Thành – Suối Tiên Gói Thầu -1b: Xây dựng (Đoạn ngầm từ KM 0+615 đến KM 2+360)	Số Tài liệu .: HCMC-CP1b-TBMS-CTD-0296-E
	TIÊU ĐỀ **THIẾT KẾ KỸ THUẬT – CHI TIẾT GIỮA TẤM VỎ HẦM VÀ NHÀ GA**	Rev. Date: 21 Jul 2017 Page : **1** of **1**

TRẢ LỜI Ý KIẾN ĐẠI DIỆN CHỦ ĐẦU TƯ

Hồ sơ trình nộp số: UMRTL1-CP1b-TBMS-CTS-CTD-00103-D		Ngày trình nộp : 19 May 2017	Nội dung: **THIẾT KẾ KỸ THUẬT – CHI TIẾT GIỮA TẤM VỎ HẦM VÀ NHÀ GA**
Ý kiến Đại diện Chủ Đầu tư		**SMJO trả lời ý kiến Đại diện Chủ Đầu tư**	
Số	**Ý kiến**	**Số**	**Ý kiến**
1	**Response to Employer's Representative's Comments, Page 4 of 6, No.8,** **TBM Tunnel – Station Connection Report,Page 28 of 28, 8. Connection Details** **Appendix-D Water-Tightness at the Connection Area** The steel plate for water stop located at connection point between D-Wall and bored tunnel should be carried out the structural stress assessment with considering the assumed deformation of the steel plate due to differential settlement.	B	Vui lòng tham khảo Đính Kèm – A cho phần đánh giá ứng suất của thép tấm tại vị trí phóng và nhận.
2	**Response to Employer's Representative's Comments, Page5 of 6, No.10** **TBM Tunnel – Station Connection Report, Page 26 of 28, 7.5 Assessment of Analysis** We have no objection to the Contractor's proposal that elastic washers are installed together with curved bolts in the first 50m sections of the tunnels (from the station D-Walls) for both East and West Bound tunnels, as proposed in his earlier submission Ref. UMRTL1-CP1b-TBMS-CTS-CTD-00103-A.The proposed elastic washers will provide more structural flexibility of the tunnel and minimize the risks associated with uncertainties involved in the ground settlement analysis, such as method of analysis, modeling, assumptions and parameters used in the analysis. The Contractor recognizes that it is rather difficult to predict the amount of settlement to be taken place during the service life of the tunnels, as stated in Para 4 in Section 7.5. Also, the ground at TBM launching area could have been disturbed due to the incident of soil-water ingress at East-bound Tunnel Eye on 11th June 2017. Therefore, the proposed elastic washers will be effective against the uncertainties ground settlement.	C	Như phản hồi ở lần trước, long đen đàn hồi là không cần thiết theo như thiết kế của chúng tôi. Hơn nữa, tính toán lún xem xét đến điều kiện bất lợi nhất khi lớp đất cát được xem như đất sét và lún thứ cấp được xét đến là 6.8mm thay vì 1.1mm. Do đó, rủi ro liên quan đến việc phân tích lún nền đã được giảm thiểu tối đa. Xem xét thực tế là long đền đàn hồi sẽ gây bất lợi đến việc làm lỏng liên kết giữa các đốt hầm. Do đó long đền đàn hồi không được xem xét trong thiết kế hiện tại.

ATTACHMENT - A


Steel plate can move +0.3mm
due to enlarged bolt hole ±30mm
75
41
41
82
M20@500
22
B1F SLAB
A
M20@500
75
HYDROPHILIC STRIP
STEEL PLATE FOR WATER STOP T = 9mm
16.7mm
455mm ⇒ 455.3mm
110
40
1000
SEGMENT
PERFORATED PIPE
BACKUP MATERIAL (RIGID SPONGE)
BACKFILL GROUTING
DETAIL"A"
RING CONCRETE


δ = 16.7mm
455mm

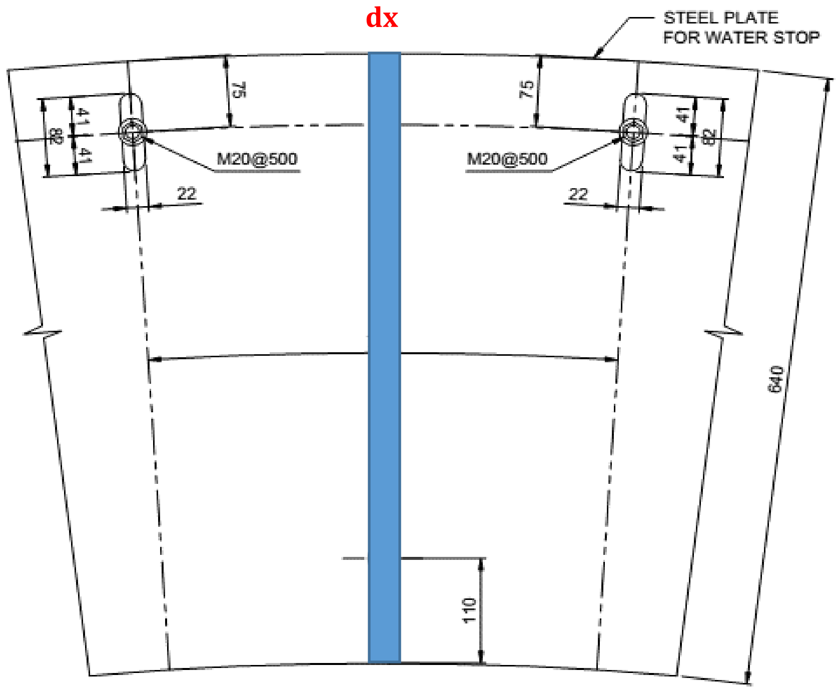
Moment at fix end

$$M = Pl = \frac{3 \times \delta \times E \times I}{l^2} = \frac{3 \times 16.7 \times 200 \times 9^3 \times dx}{12 \times 455^2} = 2.9 \times dx\ (kN \cdot mm)$$

δ = 16.7 mm

E = 200 kN/mm2

l = 455 mm


dx
STEEL PLATE FOR WATER STOP
75
75
41
41
82
41
41
82
M20@500
M20@500
22
22
640
110

steel plate thickness t= 9 mm

$I = \frac{9^3 \times dx}{12}$ mm4

$Z = \frac{9^2 \times dx}{6}$ mm3

Stress at fix end

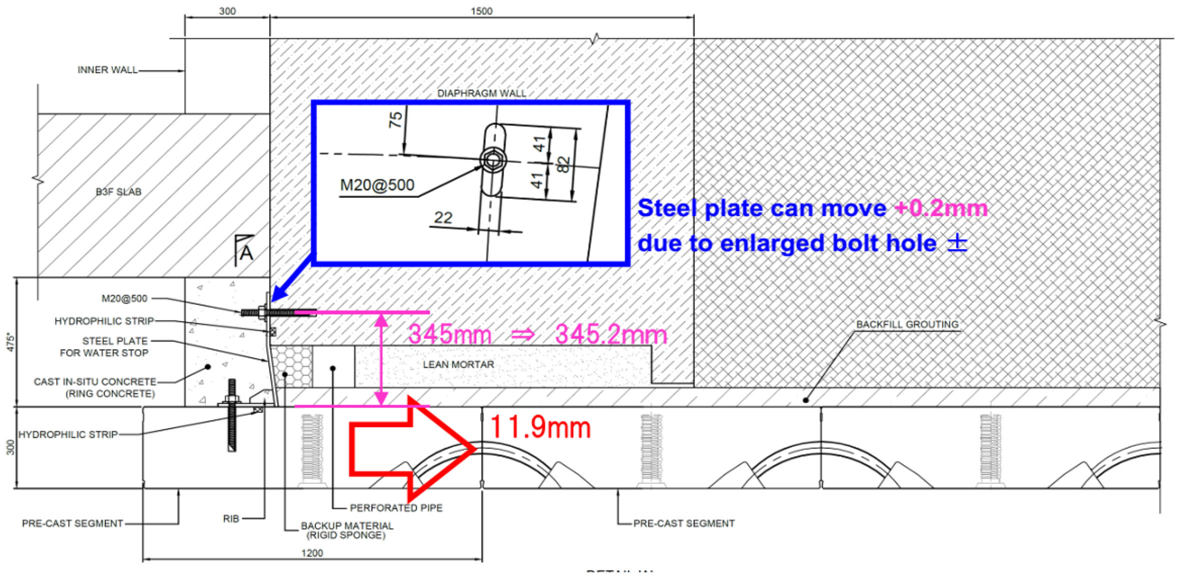
$$\sigma = \frac{2.9 \times dx}{Z} = \frac{2.9 \times dx}{\frac{9^2}{6}\ dx} = 0.217 \left(\frac{kN}{mm2}\right) = 217MPa < f_{syk} \rightarrow OK$$

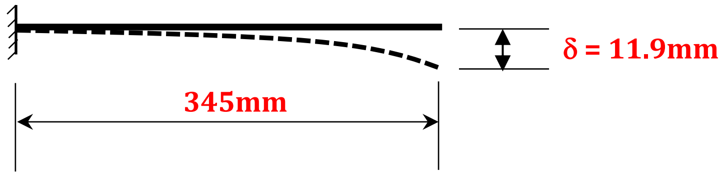
Shear stress at fix end

$$\tau = \frac{2.9 \times dx}{9 \times dx \times l} = \frac{2.9}{9 \times 455} = 0.00071 \left(\frac{kN}{mm2}\right) = 0.71MPa < f_{svyk} \rightarrow OK$$

Table 2.1 Characteristic of Structural Steel（N/mm^2）
[DSRSC-HS 2009 page107】

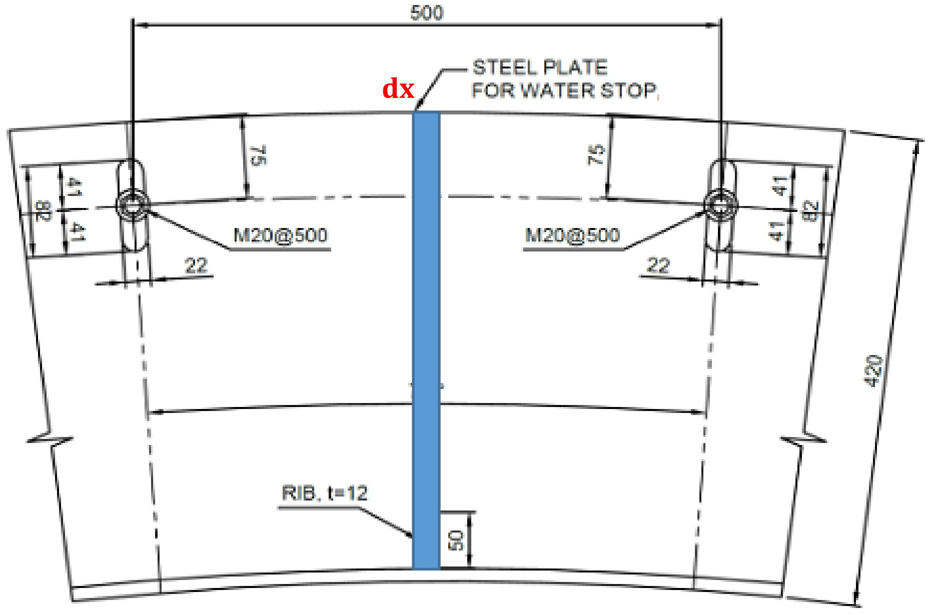
Structural Steel Types		Characteristic of Strength			
		Tensile Yield Strength: fsyk Compressive Yield Strength: f'syk	Shear Yield Strength: fsvyk	Bearing Strength: fsak	Tensile Strength: fsuk
SS400 SM400	t≦16	245	140	365	400
	16<t≦40	235	135	350	
	40<t≦75	215	125	320	
SM490	t≦16	325	185	485	490
	16<t≦40	315	180	470	
	40<t≦75	295	170	440	


300
1500
INNER WALL
DIAPHRAGM WALL
B3F SLAB
75
41
82
41
M20@500
22
Steel plate can move +0.2mm
due to enlarged bolt hole ±
A
M20@500
HYDROPHILIC STRIP
STEEL PLATE
FOR WATER STOP
CAST IN-SITU CONCRETE
(RING CONCRETE)
475*
345mm ⇒ 345.2mm
LEAN MORTAR
BACKFILL GROUTING
HYDROPHILIC STRIP
300
11.9mm
PRE-CAST SEGMENT
RIB
BACKUP MATERIAL
(RIGID SPONGE)
PERFORATED PIPE
PRE-CAST SEGMENT
1200


δ = 11.9mm
345mm

Moment at fix end

$$M = Pl = \frac{3 \times \delta \times E \times I}{l^2} = \frac{3 \times 11.9 \times 200 \times 9^3 \times dx}{12 \times 345^2} = 3.6 \times dx\ (kN \cdot mm)$$


500
dx
STEEL PLATE
FOR WATER STOP
75
41
82
41
M20@500
22
75
41
82
41
M20@500
22
420
RIB, t=12
50

δ = 11.9 mm

E = 200 kN/mm2

l = 345 mm

steel plate thickness t= 9 mm

$I = \frac{9^3 \times dx}{12}$ mm4

$Z = \frac{9^2 \times dx}{6}$ mm3

Stress at fix end

$$\sigma = \frac{3.6 \times dx}{Z} = \frac{3.6 \times dx}{\frac{9^2}{6}\ dx} = 0.270 \left(\frac{kN}{mm2}\right) = 270MPa < f_{syk} \rightarrow OK$$

Shear stress at fix end

$$\tau = \frac{3.6 \times dx}{9 \times dx \times l} = \frac{3.6}{9 \times 345} = 0.0012 \left(\frac{kN}{mm2}\right) = 1.2MPa < f_{svyk} \rightarrow OK$$

Table 2.1 Characteristic of Structural Steel（N/mm^2）
【DSRSC-HS 2009 page107】

Structural Steel Types		Characteristic of Strength			
		Tensile Yield Strength: fsyk Compressive Yield Strength: f'syk	Shear Yield Strength: fsvyk	Bearing Strength: fsak	Tensile Strength: fsuk
SS400 SM400	t≦16	245	140	365	400
	16<t≦40	235	135	350	
	40<t≦75	215	125	320	
SM490	t≦16	325	185	485	490
	16<t≦40	315	180	470	
	40<t≦75	295	170	440	

PROJECT TITLE:	Ho Chi Minh City Urban Railway Construction Project Ben Thanh - Suoi Tien Section (Line 1) Contract Package 1b: Civil (Underground Section from KM 0+615 to KM 2+360)

TBM TUNNEL – STATION CONNECTION REPORT

REVISION STATUS

REV. No.	DATE	DESCRIPTION	REMARKS
E	21 Jul 2017	FIFTH ISSUE	Fifth Issue for Review
D	18 April 2017	FOURTH ISSUE	Fourth Issue for Review
C	7 Feb 2017	THIRD ISSUE	Third Issue for Review
B	17 October 2016	SECOND ISSUE	Second Issue for Review
A	29 August 2016	FIRST ISSUE	First Issue for Review

	PREPARED BY	CHECKED BY	APPROVED BY
NAME	Ozturk Ozgur	Kenichi Ito	Nobuyuki Kawai
SIGNATURE			
DATE	21 Jul 2017	21 Jul 2017	21 Jul 2017

CONTENTS

1. Introduction 4
1.1 Standards and Codes 4
2. Design procedure 5
3. TBM tunnel – station slip-out check 6
3.1 Design Calculations 6
3.2 Conclusion 10
4. Connection model with station 10
5. Water-tightness at the connection area 11
6. Allowable segment opening in long-term condition 12
6.1 Examination of the Design 12
7. Allowable differential settlement calculation for allowable segment opening 15
7.1 Model Setup 15
7.1.1 Soil Springs 15
7.1.2 Support conditions at station-tunnel connection 16
7.1.3 Equivalent Rigidity Beam Properties 17
7.1.4 Determination of Equivalent Load due to Settlement 17
7.2 Procedure for Ring Opening Check Based on Longitudinal Analysis 18
7.3 Ring Opening Results Based on Longitudinal Analysis 20
7.3.1 Displacement and Opening Results 20
7.4 Bolt capacity at ring joints under tension caused by maximum allowable opening 25
7.5 Assessment of analysis 26
8. Connection details 27
9. References 28

LIST OF APPENDICES

APPENDIX A	Drainage Tunnel Construction, Design Guideline for Seismic Conditions – by Japan Drainage Tunnel Association (2006) – extracted part
APPENDIX B	Slip Out Calculation
APPENDIX C	Drawings
APPENDIX D	Structural stability in long term

LIST OF TABLES

Table 6-1 Compression Stress of Sealing Strip 13
Table 6-2 Sealing Capability against Offset Summary 14
Table 6-3 Sealing Strip Design Summary 14
Table 7-1 Value of Soil Reaction Coefficient × Tunnel Radius (DSRSC-ST) 16
Table 7-2 Soil Spring for the Structural Model 16
Table 7-3 Opening and Flexion Angle Design Criteria 16
Table 7-4 Equivalent Rigid Beam Properties in This Model 17
Table 7-5 Bolt Properties 25

LIST OF FIGURES

Figure 1-1 Layout Plan for the Bored Tunnel from KM 0+805 to KM 1+586 (Opera House Station to Ba Son Station) 4
Figure 1-2 Geological Profile for the Bored Tunnel from KM 0+805 to KM 1+586 (Opera House Station to Ba Son Station) 4
Design procedure is shown in Figure 2-1 below. TBM tunnel`s movement is checked at first step to evaluate whether the tunnel slips-out of the station main structure (e.g. Diaphragm wall) or not under seismic condition. Accordingly, further checks are conducted for joint details with the station. 5
Figure 3-1 Tunnel Slip-Out at Station Joint 6
Figure 3-2 Tunnel and Station Structure Location at Opera House Station Side 7
Figure 3-3 Design Shear Velocity vs Depth for Type B Ground 8
Figure 3-4 Soil Profile of Two Stations and Design Shear Velocity vs Depth for Type B Ground at Ba Son station 9
Figure 4-1 Tunnel – Station Connection Concept – Launching Side 10
Figure 4-2 Tunnel – Station Connection Concept – Arrival Side 10
Figure 5-1 Possible Water Leakage Routes and Provision of Water-tightness (Launching Side) 11
Figure 5-2 Possible Water Leakage Routes and Provision of Water-tightness (Arrival Side) 11
Figure 6-1 Seal Groove and Seal Dimensions 12
Figure 6-2 Relation between Compression Percentage and Compression Stress of Sealing Strip (from the Catalog of Manufacturer) 12
Figure 6-4 Effective Width of Sealing Strip 13
Figure 7-1 Longitudinal Analysis Model Concept 18
Figure 7-2 Tunnel-Station Layout 18
Figure 7-3 Lining Ring Opening Geometry. 19
Figure 7-4 Longitudinal Model with Pinned Connection 20
Figure 7-5 Longitudinal Model with Fixed Connection 20
Figure 7-6 Numbering of Ring Joints in the Close Proximity of Opera House an Ba Son Stations 21
Figure 7-7 Vertical Displacement along Tunnel 21
Figure 7-8 Vertical Displacement Close to Opera House Station 22
Figure 7-9 Vertical Displacement Close to Ba Son Station 22
Figure 7-10 Flexion Angle – Opera House Station 23
Figure 7-11 Flexion Angle – Ba Son Station 23
Figure 7-12 Opening at Hydrophilic Strip – Opera House Station 24
Figure 7-13 Opening at Hydrophilic Strip – Ba Son Station 24
Figure 7-14 Ring Joints and δ Maximum Allowable Long-term Opening (δ = 6.3 mm) 25
Figure 7-15 Calculation Summary of Tension Stress When Maximum Allowable Opening Is Reached 26
Figure 8-1 EBT – Opera House Connection Detail (Connection with Station – See Drawing CP1B-CTS-TD-TBMS-00071) 27
Figure 8-2 WBT Arrival Side – Opera House Connection Detail (Connection with Station – See Drawing CP1b-CTS-TD-TBMS-00073) 27
Figure 8-3 EBT & WBT – Ba Son Connection Detail (EBT and WBT Launching Side – See Drawing CP1B-CTS-TD-TBMS-00075 and CP1B-CTS-TD-TBMS-00076) 28

1. INTRODUCTION

This document includes the related assessment for TBM tunnel and Station connection under scope of CP-1b. For alignment and other TBM segment lining related information shall be referred to the Doc. No.: HCMC-CP1b-TBMS-CTD-00024-C "Bored Tunnel Segmental Lining Design Report". For long-term ground movement / subsidence assessment, document entitled "DESIGN APPROACH FOR THE IMPACT OF LONG-TERM GROUND MOVEMENT / SUBSIDENCE ON CONTRACT PACKAGE CP1b – BORED TUNNEL" with Doc. No.: HCMC-CP1b-RPT-0200-D shall be referred.

The plan and longitudinal profile of TBM tunnels are shown as below schematically

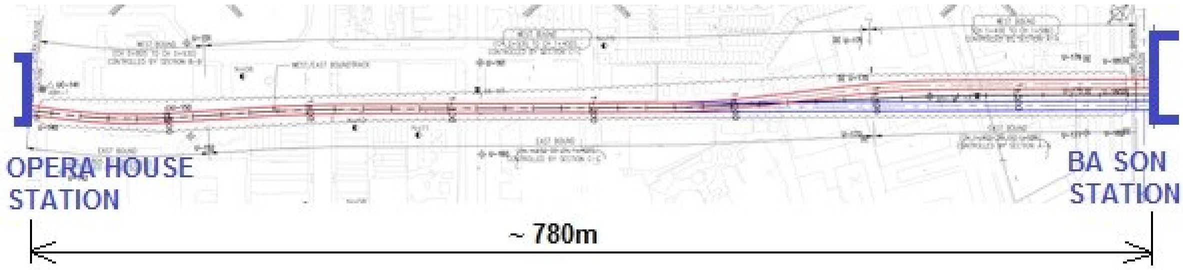


Figure 1-1 Layout Plan for the Bored Tunnel from KM 0+805 to KM 1+586 (Opera House Station to Ba Son Station)

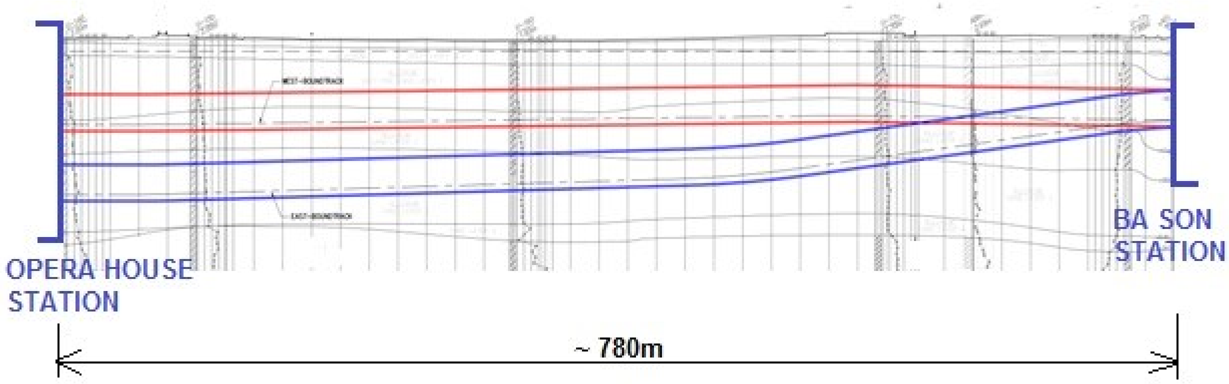


Figure 1-2 Geological Profile for the Bored Tunnel from KM 0+805 to KM 1+586 (Opera House Station to Ba Son Station)

1.1 Standards and Codes

All design work complies with the appropriate Japanese codes. The main Standards and Codes referred to are listed below:

- Design Standards for Railway Structures and Commentary-Shield Tunnel (DSRSC-ST) – by Japan Railway Technical Research Institute (JRTRI), 2002;
- Design Standards for Railway Structures and Commentary-Seismic Design (DSRSC-SD) – by Japan Railway Technical Research Institute (JRTRI), 2012;
- Standard Specifications for Tunneling (JSCE), 2006: Shield Tunnels;
- Drainage Tunnel Construction, Design Guideline for Seismic Conditions – by Japan Drainage Tunnel Association (2006).

Any other relevant codes of practice shall be referenced when necessary.

2. DESIGN PROCEDURE

Design procedure is shown in Figure 2-1 below. TBM tunnel`s movement is checked at first step to evaluate whether the tunnel slips-out of the station main structure (e.g. Diaphragm wall) or not under seismic condition. Accordingly, further checks are conducted for joint details with the station.

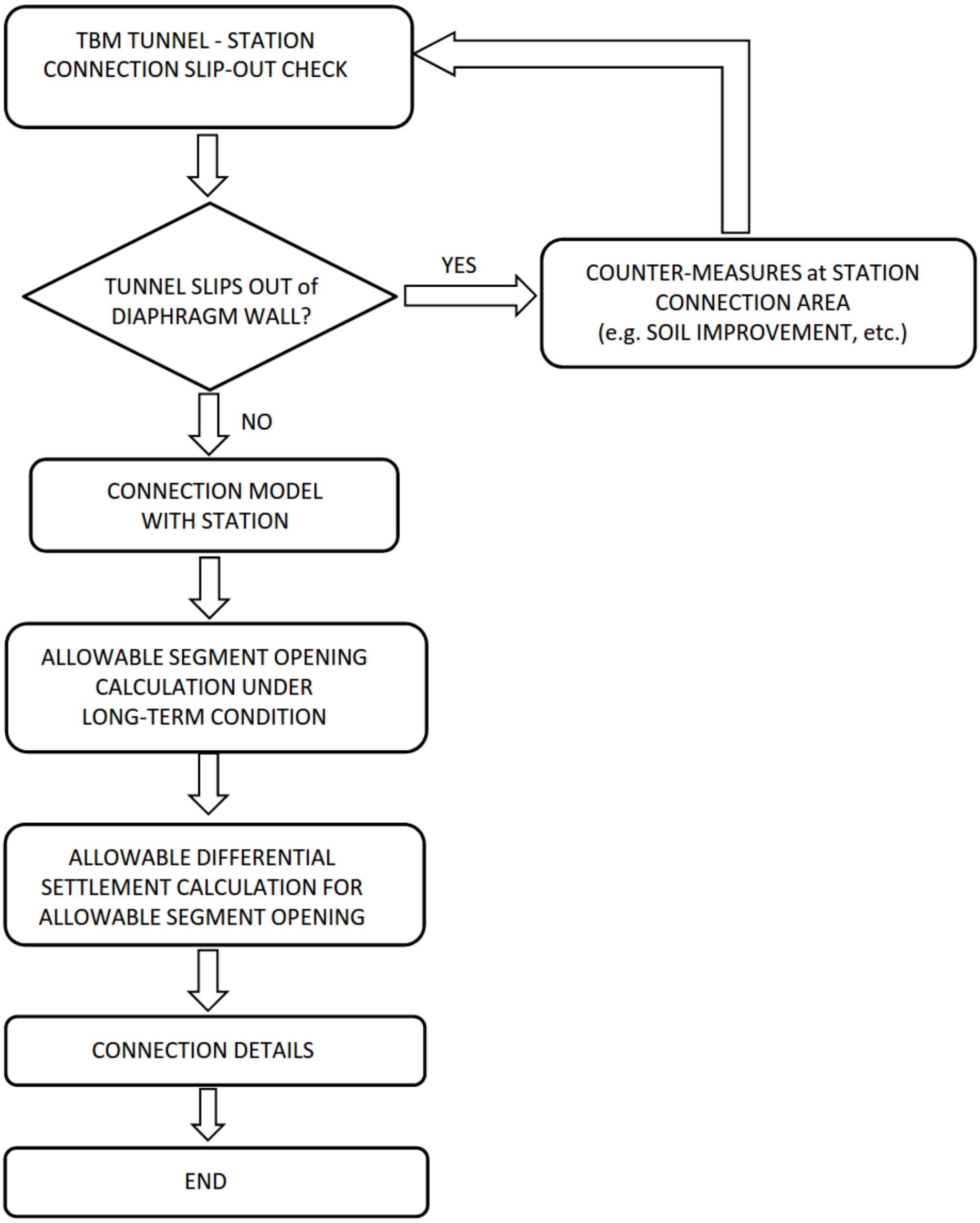

TBM TUNNEL - STATION
CONNECTION SLIP-OUT CHECK
TUNNEL SLIPS OUT of
DIAPHRAGM WALL?
YES
COUNTER-MEASURES at STATION
CONNECTION AREA
(e.g. SOIL IMPROVEMENT, etc.)
NO
CONNECTION MODEL
WITH STATION
ALLOWABLE SEGMENT OPENING
CALCULATION UNDER
LONG-TERM CONDITION
ALLOWABLE DIFFERENTIAL
SETTLEMENT CALCULATION FOR
ALLOWABLE SEGMENT OPENING
CONNECTION DETAILS
END

Figure 2-1 Design Procedure Flowchart

3. TBM TUNNEL – STATION SLIP-OUT CHECK

Under seismic events especially at the areas where seismicity is governing or important factor for designing underground and above-ground structures, it is necessary to check the joint gap and movement of the tunnel at station connection. Earthquakes may induce excessive gap at the joint and may compromise water-tightness of the tunnel.

For Ho Chi Minh City, the given PGA representing the seismicity is rather low which is 0.0848g. Under such low seismicity, the expected gap at the joint between tunnel and the station is small. In order to assess the joint gap and possibility of tunnel segment slip-out of the station structure (Diaphragm wall), relevant Japanese code is referred.

3.1 Design Calculations

In Japanese code (e.g. Drainage Tunnel Construction, Design Guideline for Seismic Conditions – by Japan Drainage Tunnel Association (2006), it is advised to check TBM tunnel and station connection by taking seismic event into account as described below. For the related part and explanations in the Code, please refer to Appendix A.

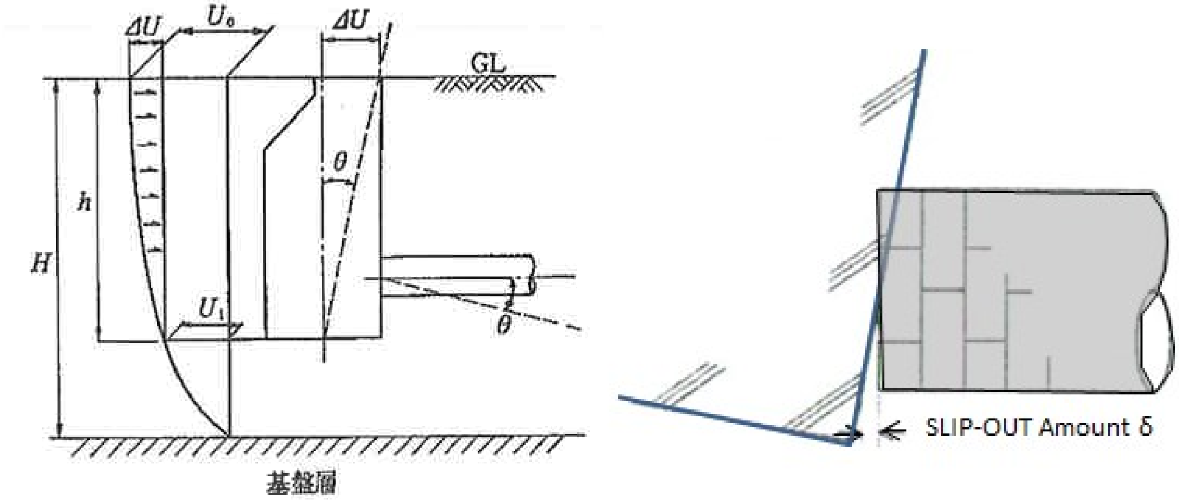


Figure 3-1 Tunnel Slip-Out at Station Joint

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{\Delta U}{h}\right)$$

$$U_h(Z) = \frac{2}{\pi^2} \cdot S_v \cdot T_s \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot Z}{2H}\right)$$

$$\Delta U = U_h(0) - U_h(h) = U_0 - U_1$$

θ : Rotation Angle between Station and Tunnel (rad)

Z : Depth from Ground Surface (m)

$U_{h(Z)}$: Max. Deflection Width at the Depth of Z from Ground Surface (m)

h : Depth (Height) of Station Structure (m)

Sv : Soil Strata Spectrum (m/sec)

H : Related Soil Strata Height (m)

Ts : Period of the Ground (sec)

$U_{h(0)}$: Max. Deflection at the Ground Level (m)

$U_{h(h)}$: Max. Deflection at the Bottom of the Station (m)

For Clayey Soil

$$Vs_i = 100 \cdot N_i^{1/3} \quad (1 \leqq N_i \leqq 25)$$

For Sandy Soil

$$Vs_i = 80 \cdot N_i^{1/3} \quad (1 \leqq N_i \leqq 50)$$

$$\delta = \varepsilon_{gd} \cdot \ell$$

δ : Slip-out amount (m)

ε_{gd} : Strain of the ground during earthquake

$$\varepsilon_{gd} = \frac{\pi}{L} U_h(Z)$$

Shallower tunnel (close to the ground level) gives bigger deflection and strain. Therefore, WBT is considered in the related checks as shown below for Opera House side. For Ba Son station side, both EBT and WBT are at similar elevation.

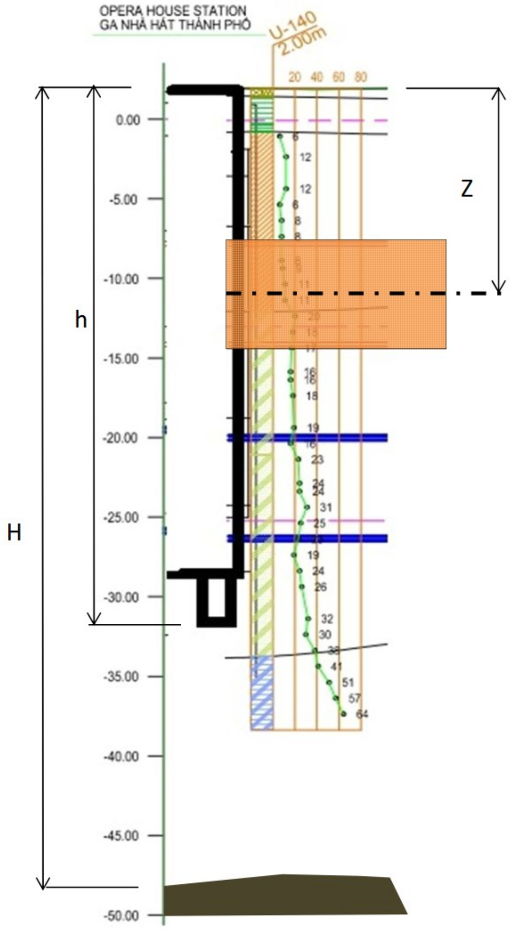

OPERA HOUSE STATION
GA NHÀ HÁT THÀNH PHỐ
U-140
2.00m
20 40 60 80
0.00
-5.00
-10.00
-15.00
-20.00
-25.00
-30.00
-35.00
-40.00
-45.00
-50.00
Z
h
H

Figure 3-2 Tunnel and Station Structure Location at Opera House Station Side

For the Vs (shear velocity), the closest borehole at Opera House station (U-140) is considered.

The detailed calculation is shown in Appendix B. Results are given as below.

Uh(0) = 0.02204 m
Uh(h) = 0.01198 m
ΔU = 0.01006 m

Θ = 0.01893 degree

δ = 0.29 mm

The result above shows that calculated slip-out amount and angle are very small. For comparison, slip-out amount is also calculated based on DSRSC-SD as below.

Based on the DSRSC-SD (2012), Type-B ground is the relevant type as shown on below figure.

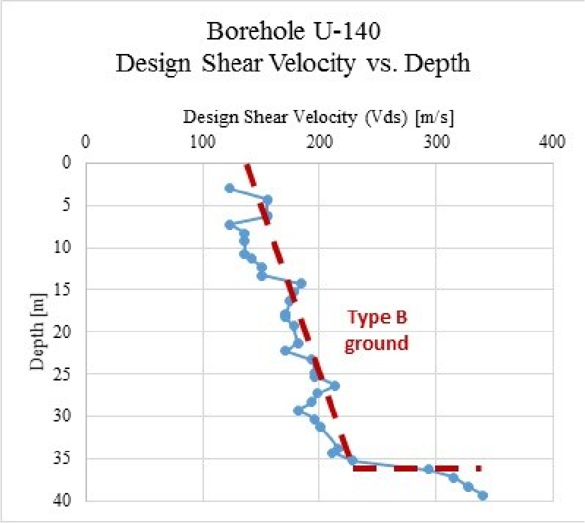
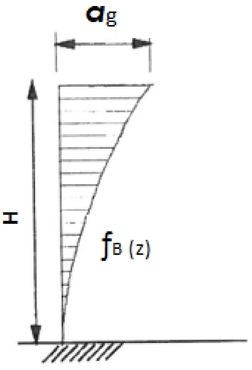


Figure 3-3 Design Shear Velocity vs Depth for Type B Ground



Type B Ground
Design Lateral Displacement Amount in Vertical Direction

for Type B Ground:

$$f_{B}(z) = a_g\left\{1-1.446\left(\frac{z}{H}\right)+0.517\left(\frac{z}{H}\right)^2-0.071\left(\frac{z}{H}\right)^3\right\}$$

$a_g = 0.064\times T_g^{2.1}$ (L1 Earthquake Motion)

a_g: maximum displacement at ground level
T_g : ground natural period

The detailed calculation is shown in Appendix B. Result is given as below. It can be seen that both codes are giving exactly same slip-out amount.

Slip-out amount (DSRSC): **δ = 0.29 mm**

In addition, slip-out check for Ba Son station connection also checked and given in Appendix B. Borehole U-180 is taken into account. The geological conditions in the close vicinity of the two stations are very similar, hence, the slip-out amount is expected to be similar for the two stations. Elevation of engineering base rock for both stations are also similar based on the soil investigation data and the near-by boreholes. In order to calculate expected slip-out amount for Bason station, soil type in accordance with DSRSC-SC has been checked and shear wave velocities calculated as shown below in Figure 3-4.

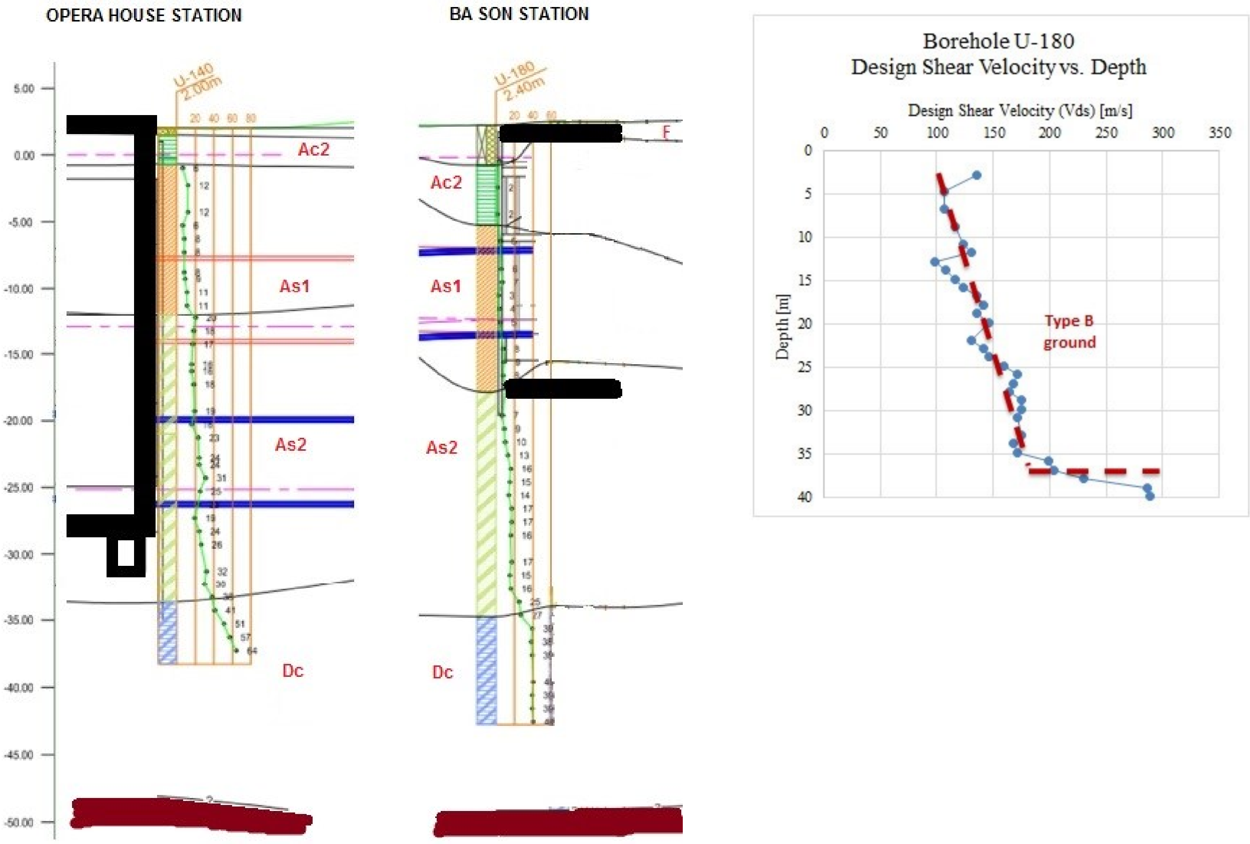


Figure 3-4 Soil Profile of Two Stations and Design Shear Velocity vs Depth for Type B Ground at Ba Son station

Slip-out amount (Ba Son station): **δ = 0.35 mm**

Calculation details are provided Appendix B.
Calculated slip-out at Ba Son station is about 0.06mm larger than in case of Opera House station. The difference in the slip-out at the two investigated stations is insignificant from engineering perspective. Slip-out amount at Ba Son station is considered in the related water-tightness checks in this report.

In addition to above checks which are sufficient in accordance with relevant codes, the joint extension amount based on longitudinal seismic analysis is considered as a conservative approach.

Related longitudinal seismic analysis as per DSRSC was conducted in details in Bored Tunnel – Segmental Lining – Technical Design Report (HCMC-CP1b-TBMS-CTD-00024-C) Section-11 and results show that joint extension for tunnel section varies between 0.05mm ~ 0.06mm. The larger value of 0.06mm is considered in this design.

The maximum value of slip-out is determined based on the sum of the largest calculated slip-out due to seismic activity (0.35mm at Ba Son Station) and the maximum expected joint extension for tunnel section (0.06mm):

δ = 0.41 mm

3.2 Conclusion

It can be seen from above results that the calculated slip-out amount at Tunnel – Station connection is very small (0.41 mm) and therefore no adverse effect and tunnel slip out are expected in case of seismic event at the tunnel – station connection (allowable opening 6.3 mm). In addition, calculated flexion angle gives relatively small amount of slip-out which is much smaller than allowable opening value calculated in section 6.

4. CONNECTION MODEL WITH STATION

For the station-tunnel connection, different arrangements have been proposed for the launching (Figure 4-1) and for the arrival side (Figure 4-2) due to constructability. At the launching side, the first ring is connected with in-situ ring concrete. The in-situ cast ring concrete is constructed after the lining has been installed, hence the closure of the initial opening (e.g. 3mm for hydrophilic strip) at the ring joint does not have to be considered due to the construction sequence. In case of the arrival side, the in-situ ring concrete is cast outside the segment lining, around the perimeter of the lining. In this arrangement, at the arrival side, initial opening at the ring joint can be considered for water-tightness. For both connections, at least half of the first ring is considered to be embedded into the D-wall. The water-tightness is ensured by hydraulic strips and steel plate as shown.

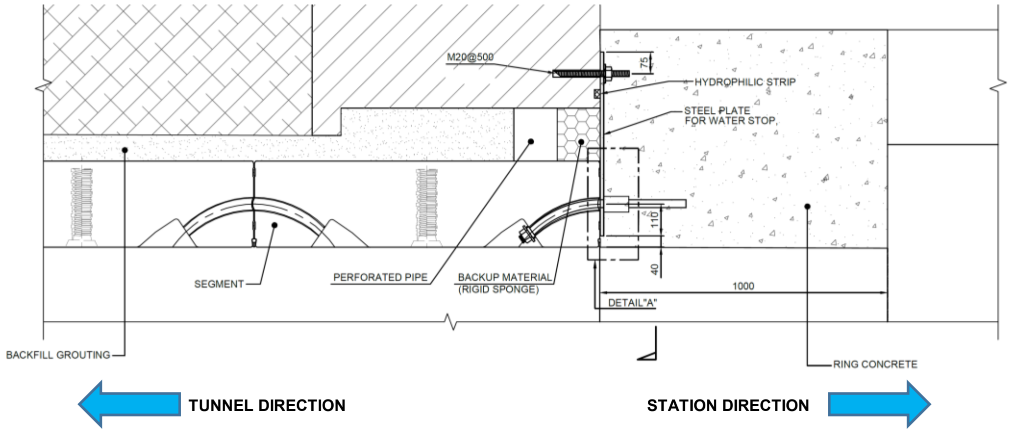

M20@500
75
HYDROPHILIC STRIP
STEEL PLATE
FOR WATER STOP
110
40
1000
SEGMENT
PERFORATED PIPE
BACKUP MATERIAL
(RIGID SPONGE)
DETAIL"A"
BACKFILL GROUTING
RING CONCRETE
TUNNEL DIRECTION
STATION DIRECTION

Figure 4-1 Tunnel – Station Connection Concept – Launching Side

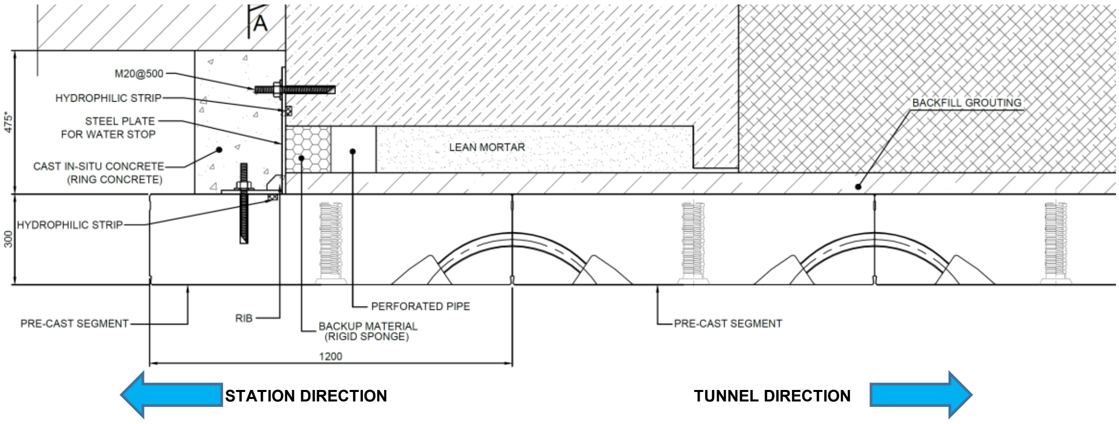

A
M20@500
HYDROPHILIC STRIP
STEEL PLATE
FOR WATER STOP
475*
CAST IN-SITU CONCRETE
(RING CONCRETE)
LEAN MORTAR
BACKFILL GROUTING
HYDROPHILIC STRIP
300
PRE-CAST SEGMENT
RIB
PERFORATED PIPE
BACKUP MATERIAL
(RIGID SPONGE)
PRE-CAST SEGMENT
1200
STATION DIRECTION
TUNNEL DIRECTION

Figure 4-2 Tunnel – Station Connection Concept – Arrival Side

Taking long-term ground movement, etc. into an account, bolts may be installed as permanent structural members. In that case, due care shall be taken by the operator for inspection and maintenance of bolts at appropriate intervals during design life of the tunnels.

5. WATER-TIGHTNESS AT THE CONNECTION AREA

In order to maximize water-tightness at station connection area, possible water leakage routes have been considered and necessary counter-measures considered as shown below. Hydrophilic strips located accordingly in order to provide required water-tightness. Regarding water-tightness at the connection area, please also refer to Section 3 and Section 6 which show the calculated slip-out amount and allowable opening, respectively.

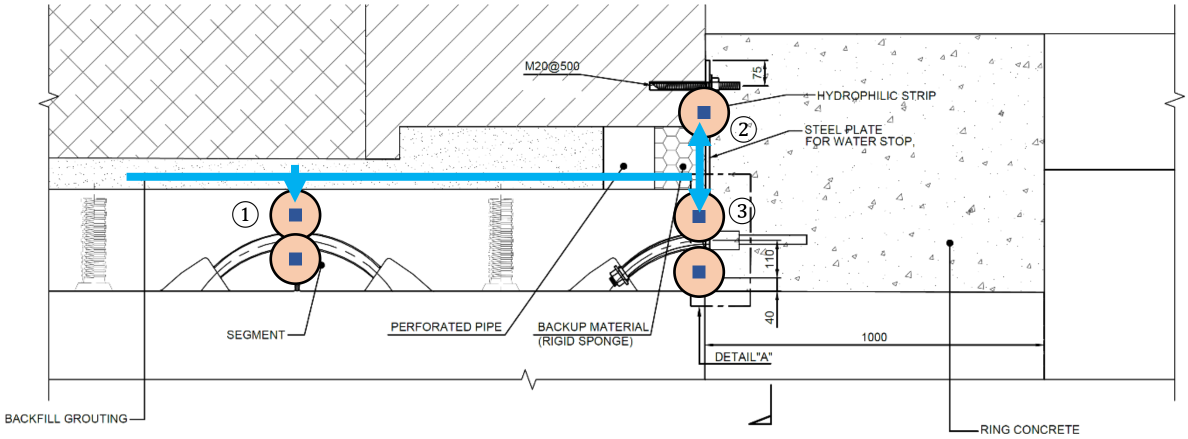

M20@500
75
HYDROPHILIC STRIP
②
STEEL PLATE
FOR WATER STOP
①
③
110
40
SEGMENT
PERFORATED PIPE
BACKUP MATERIAL
(RIGID SPONGE)
1000
DETAIL"A"
BACKFILL GROUTING
RING CONCRETE

Figure 5-1 Possible Water Leakage Routes and Provision of Water-tightness (Launching Side)

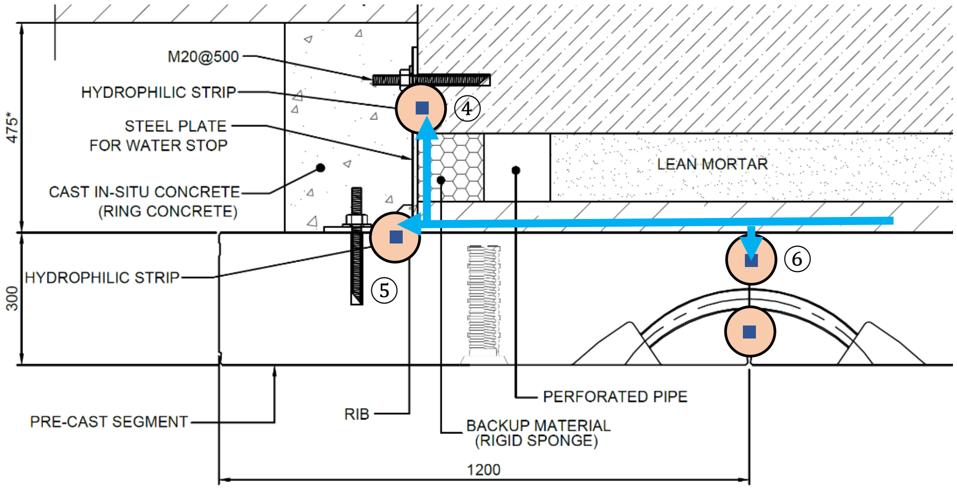

M20@500
HYDROPHILIC STRIP
④
STEEL PLATE
FOR WATER STOP
LEAN MORTAR
CAST IN-SITU CONCRETE
(RING CONCRETE)
475*
300
HYDROPHILIC STRIP
⑤
⑥
PRE-CAST SEGMENT
RIB
PERFORATED PIPE
BACKUP MATERIAL
(RIGID SPONGE)
1200

Figure 5-2 Possible Water Leakage Routes and Provision of Water-tightness (Arrival Side)

6. ALLOWABLE SEGMENT OPENING IN LONG-TERM CONDITION

In Section 5, the most relevant water flow routes are shown. Allowable segment opening is determined by the water-tightness criteria for long-term, which is based on the seal design. Details of the seal design are delivered following the same design principle applied in the case of the tunnel lining. The referred documentations being adopted are

- "Bored Tunnel – Segmental Lining – Technical Design Report" submitted under Transmittal Ref. No. UMRTL1-CP1b-TBMS-CTS-CTD-00024-C; and
- "Design Change Notice Report (Bored Tunnel – Permanent Works – Changing Shape Of Sealing Strip)" submitted under Transmittal Ref. No: UMRTL1-CP1b-CCTN-CTS-DCN-00062-A.

6.1 Examination of the Design

The required sealing pressure (Ps) is taken equal to flood level water pressure: Ps = Pw = 0.287 MPa (See TBM Segment Lining Technical Design Report for further details.). According to the design of tunnel lining, the proposed seal properties satisfy the water-tightness requirement during construction stage and after operation. In this Section, the allowable opening value under the long-term condition is calculated based on the capacity of the seal material.

(1) Check on sealing capability in application

Selected groove and seal dimensions for segment lining design are shown below.

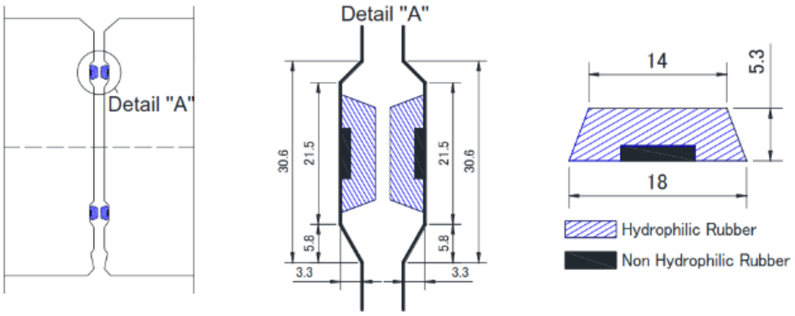


Figure 6-1 Seal Groove and Seal Dimensions

Relation of contact stress of designed sealing strip against gap between segments can be calculated as per Figure 6-2.

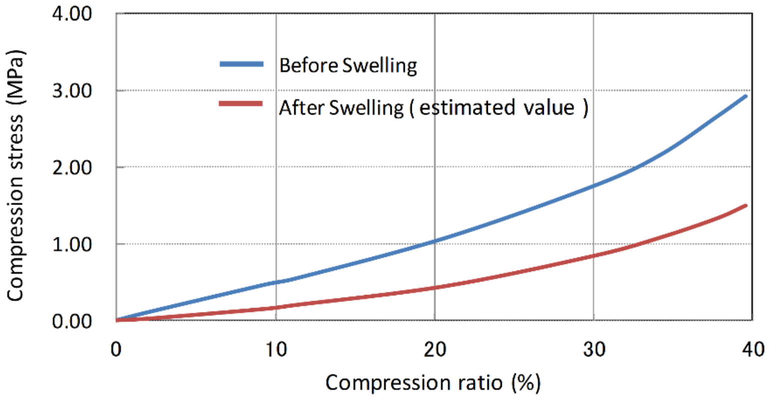


Figure 6-2 Relation between Compression Percentage and Compression Stress of Sealing Strip (from the Catalog of Manufacturer)

Compression percentage can be calculated as per following formula.

Compression percentage (%) = $(\mathrm{T} - 2\mathrm{d} - \delta)/\mathrm{T} \times 100$

Table 6-1 Compression Stress of Sealing Strip

Gap between segments (mm)	Compression percentage (%)	Compression stress (MPa)	Required stress (MPa)
6.3	15.6%	0.30	0.287

Compression stress of sealing strip in application shall satisfy the conditions in Table 6-1.
Where;
T; Total thickness of sealing strip (T = 10.6 mm)
D; Depth of groove (d = 3.3 mm)
δ; Gap between segments (mm)

(2) Check on proper compression percentage

Compression percentage ε in 0mm gap between segments is the critical case and satisfies the condition ε1 (%) ≤ 40%:

Compression percentage ε1 (%) = $(10.6 - 2 \times 3.3 - 0)/10.6$ x 100 = 37.7% ≤ 40%.

(3) Check on assembly of segment

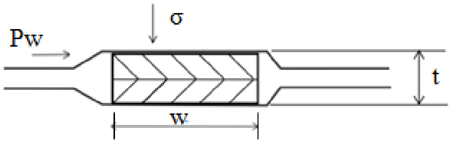
The ratio for cross section area of sealing strip (V1) to cross section area of groove (V_2) is as
Cross section ratio V_1 / V_2 = 84.8 / 85.97 = 0.986 ≤ 1.0

(4) Check on adaptability against gap between segments

Compression percentage ε at 6.3 mm gap between segments is calculated from thickness of sealing strip after swelling (T') and compression stress P_{s2}.

T' = T x $K^{1/n}$ = 10.6 x $3^{1/3}$ = 15.29 mm
K: Water swelling magnification (K = 3),
n: Direction that sealing strip can swell (In case of no limit of swelling, n=3)
Compression percentage ε_2 = $(15.29 - 2 \times 3.3 - 6.3)/15.29$ x 100 = 15.62%
P_{s2} = 0.30 MPa > P_w = 0.287 MPa is calculated and it satisfies sealing condition.

(5) Check on sealing capability against off-set



Pw: Water pressure (MPa)
t : Thickness of sealing strip (mm)
σ : Compression stress of sealing strip (MPa)
W : Width of sealing strip (mm)

Figure 6-3 Effective Width of Sealing Strip

The relation between force by water pressure F per length of sealing strip 1cm and compression force of sealing strip M is expressed as following formula. In case of F < M, it can stop water and in case of F > M, water will leak.

F = Pw x t/2 … (4)

F: Force by water pressure (MPa)
Pw: Water pressure (MPa)
t: Thickness of sealing strip (mm)

M = σ x W x μ … (5)

M: Compression force of sealing strip (N/mm)
σ: Compression stress of sealing strip (MPa)
W: Width of sealing strip (mm)
μ: Friction coefficient

Therefore the minimum width of sealing strip to stop water expecting 6.3mm gap between segments can be calculated according to (4) and (5). The calculation is shown below:

Ps = 0.287MPa, friction coefficient μ = 0.5 and compression stress of sealing strip σ is 0.30MPa.
∴ Minimum width of sealing strip W = 12.3mm.

Width sealing strip after swelling is $W' = WxKx1^{(1/n)}$ where K is swelling magnification (K=3), n is direction that sealing strip can swell (n=3): $W' = 14x3^{1/3} = 20.2$mm.
In consideration of 5mm off-set, minimum width of sealing strip is 12.3+5 = 17.3mm < 20.2mm

Hence all the three scenarios satisfy the base width of sealing dimensions as shown in Table 6-2.

Table 6-2 Sealing Capability against Offset Summary

Design Gap (mm)	Width of sealing strip as per seal dimensions (mm)	Minimum Width acceptable (mm)	Decision
6.3	20.2*	17.3	OK

* Width sealing strip after swelling W'

Table 6-3 Sealing Strip Design Summary

Designed Gap (mm)	Total Thickness (mm)	Contact Pressure (MPa)	Design Pressure (MPa)	Decision
6.3	15.29	0.30	0.287	OK

The maximum allowable opening defined at the station-tunnel connection is the same as along the lining: 6.3 mm in general (where there is no initial opening criteria such as for location ② in Figure 5-1), and 3.3 mm in case the initial opening of 3.0 mm is considered (between the rings). Allowable flexion angle has been determined based on principles derived in Section 7.2; the maximum allowable flexion angle related to 6.3 mm, and 3.3 mm openings are 0.05456 deg. and 0.02858 deg. respectively.

7. ALLOWABLE DIFFERENTIAL SETTLEMENT CALCULATION FOR ALLOWABLE SEGMENT OPENING

In report "DESIGN APPROACH FOR THE IMPACT OF LONG-TERM GROUND MOVEMENT / SUBSIDENCE ON CONTRACT PACKAGE CP1b – BORED TUNNEL", Doc. No.: HCMC-CP1b-RPT-0200-D the following statements affecting this assessment have been concluded:

Section 4 – Page 12:

"It follows that in the long term, as consolidation continues in the soils comprising the confined aquifer, the 'Dc layer' will gradually settle together with the soils above it. This means that all of the Stations and Tunnels will continue to experience settlement but at a roughly equal rate.

Consequently, even if the present subsidence of the ground surface continues, there should not be unacceptable differential settlement affecting the stations and tunnels. "

Section 5 – Page 12:

"Differential Settlement and Particular Connecting Measure at Connecting Points

… all of the stations and tunnels, as well as the surrounding city structures, will continue to experience settlement but together at the same rate. This means that even if the present long-term subsidence continues during the design life of the Project, differential settlement between the stations and tunnel is expected to be quite small. "

Section 6 (Conclusion) – Page 13:

"It is concluded that continuation of the current observed subsidence of the ground surface will not cause significant differential settlement between the stations and tunnels and, in fact, there is no evidence to indicate that differential settlement between the stations and tunnels will occur in future. "

As it can be seen from subsidence report referred above, that there should not be unacceptable differential settlement affecting the stations and tunnels and even settlement happens in the future, that would be at the same rate for stations and tunnels.

Referring to the conclusions of contractor`s above mentioned report, the estimated primary consolidation is expected to be 2.0 mm (Page 12 of 18), and the secondary consolidation is calculated as 6.8 mm (Page 5 of 18). In this report, conservatively, 15 mm differential settlement is applied.

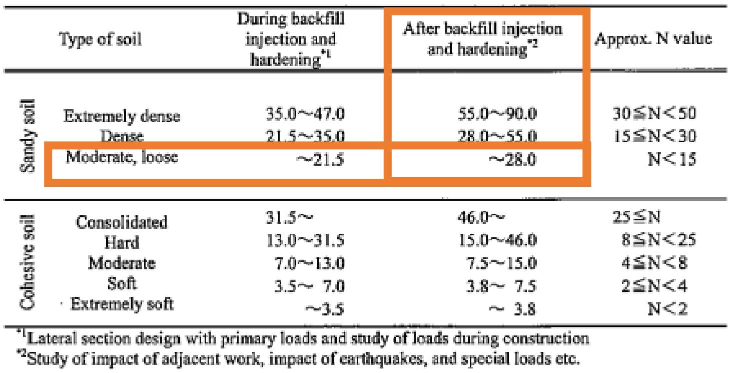
In order to determine the maximum allowable settlement at the tunnel level, a beam-spring model has been established along the entire length (780 m) of the tunnel from Opera House Station to Ba Son Station. A model based on JSCE has been adopted in this longitudinal analysis, using equivalent beam stiffness (EA_{eq},EI_{eq}, GA_{eq}); the beam is being supported by soil springs along the lining; both pinned and fixed connections are evaluated at the station-tunnel connections.

7.1 Model Setup

7.1.1 Soil Springs

The strength of the soil spring perpendicular to the axial direction k_{gv} (kN/m^3) is determined by using the values given in DSRSC-ST (see Table 7-1 below). The soil spring in the axial direction k_{gu} value is taken as $1/3$ of the vertical spring value (JSCE 2006, Standard Specs for Tunneling):

Table 7-1 Value of Soil Reaction Coefficient × Tunnel Radius (DSRSC-ST)



	Type of soil	During backfill injection and hardening[*1]	After backfill injection and hardening[*2]	Approx. N value
Sandy soil	Extremely dense	35.0～47.0	55.0～90.0	30≦N＜50
	Dense	21.5～35.0	28.0～55.0	15≦N＜30
	Moderate, loose	～21.5	～28.0	N＜15
Cohesive soil	Consolidated	31.5～	46.0～	25≦N
	Hard	13.0～31.5	15.0～46.0	8≦N＜25
	Moderate	7.0～13.0	7.5～15.0	4≦N＜8
	Soft	3.5～ 7.0	3.8～ 7.5	2≦N＜4
	Extremely soft	～3.5	～ 3.8	N＜2

[*1] Lateral section design with primary loads and study of loads during construction

[*2] Study of impact of adjacent work, impact of earthquakes, and special loads etc.

Table 7-2 Soil Spring for the Structural Model

	Value
Soil spring x Tunnel Radius (from DSRSC-ST table) : k x R_c (kN/m^2)	28000
Soil spring perpendicular to the axial direction: k_r (kN/m^3)	8819
Soil spring in the axial direction: $k_{gu} = k_r / 3$ (kN/m^3)	2939.7
Soil spring perpendicular to the axial direction x Tunnel Diameter: k_r x D_c (kN/m^2)	56000
Soil spring in the axial direction x Tunnel Diameter: k_{gu} x D_c (kN/m^2)	18667

*Tunnel Diameter Dc = 6.35m

7.1.2 Support conditions at station-tunnel connection

In this report, two conditions are evaluated: when the rotation spring value at the station-tunnel connection is minimal (pure pin) and when it is maximal (fixed). The calculated opening value and the flexion angle related to pinned and fixed conditions are compared with the allowable opening (see Table 7-3), which is derived based on Section 3 and Section 6. Design criteria due to differential settlement is calculated as maximum allowable value minus due to slip out (e.g. 3.3mm – 0.41mm = 2.89mm).

Table 7-3 Opening and Flexion Angle Design Criteria

Parameter	Design criteria (due to slip-out and settlements)	Design criteria due to differential settlement only
Allowable opening (mm)	3.3mm	2.89 mm
Allowable flexion angle (deg)	0.02858 deg	0.02502 deg

7.1.3 Equivalent Rigidity Beam Properties

The equivalent properties of the rigid beam (EA_{eq},EI_{eq}, GA_{eq}) are determined according to Section 6.2 of Tunnel Library 23, Design of Segment for Shield Tunnel, JSCE.

The equivalent compression stiffness $(EA)_{eq}^{c}$ is

$$(EA)_{eq}^{c} = E_c A$$

where E_c is the Young's modulus of concrete, and A is the cross sectional area of the tunnel lining ring.

The equivalent tension stiffness $(EA)_{eq}^{T}$ is

$$(EA)_{eq}^{T} = \frac{E_c A}{1 + \frac{E_c A}{K_j b}}$$

where k_j is the total stiffness of all bolts at ring joint. k_j can be determined as

$$k_j = n \frac{E_b A_b}{L_b}$$

where *n* is number of bolt, E_b is the Young modulus of the bolt, A_b is the area of the bolt and L_b is the length of the extended bolt and b is length of one lining segment ring.

The equivalent bending stiffness $(EI)_{eq}$ is

$$(EI)_{eq} = \frac{\cos^3 \phi}{\cos \phi + (\pi/2 + \phi) \sin \phi} E_c I$$

where ϕ is the angle between the tunnel axis and the neutral axis, I is the moment of inertia of the cross sectional area of the tunnel lining ring.

The angle between the tunnel axis and the neutral axis is calculated as

$$\phi + \cot \phi = \pi \left(\frac{1}{2} + \frac{K_j}{E_c A/b} \right).$$

Table 7-4 Equivalent Rigid Beam Properties in This Model

Properties	Value
$(EA)_{eq}^{c}$	2.33×10^8 kN
$(EA)_{eq}^{T}$	4.10 ×10^6 kN
$(EI)_{eq}$	5.51×10^7 kNm2

7.1.4 Determination of Equivalent Load due to Settlement

The load applied on the beam is correlated with the displacement on the tunnel level.

The equivalent force is calculated using the following equation:

$$F = k \times s;$$

where "s" is the vertical displacement of the tunnel and "k" is the soil spring coefficient. The equivalent load related to 15.0mm differential settlement is calculated as 840 kN/m.

In the model, the load is uniformly distributed as shown in Figure 7-1.

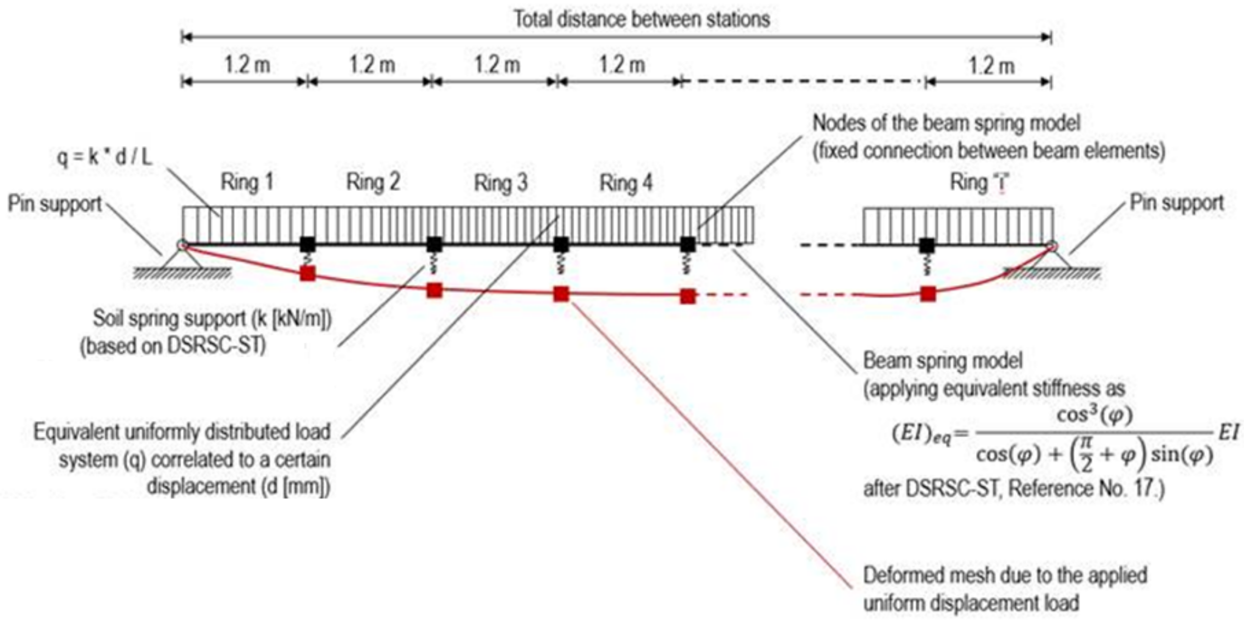

Total distance between stations
1.2 m
1.2 m
1.2 m
1.2 m
1.2 m
Nodes of the beam spring model
(fixed connection between beam elements)
q = k * d / L
Ring 1
Ring 2
Ring 3
Ring 4
Ring 'i'
Pin support
Pin support
Soil spring support (k [kN/m])
(based on DSRSC-ST)
Beam spring model
(applying equivalent stiffness as
$(EI)_{eq} = \frac{\cos^3(\varphi)}{\cos(\varphi) + \left(\frac{\pi}{2} + \varphi\right)\sin(\varphi)} EI$
after DSRSC-ST, Reference No. 17.)
Equivalent uniformly distributed load
system (q) correlated to a certain
displacement (d [mm])
Deformed mesh due to the applied
uniform displacement load

Figure 7-1 Longitudinal Analysis Model Concept

7.2 Procedure for Ring Opening Check Based on Longitudinal Analysis

Settlement profile is obtained from structural longitudinal model in SAP2000. Let $s(x)$ be the function of the settlement at any distance x from one end of the tunnel, i.e. the station (support).

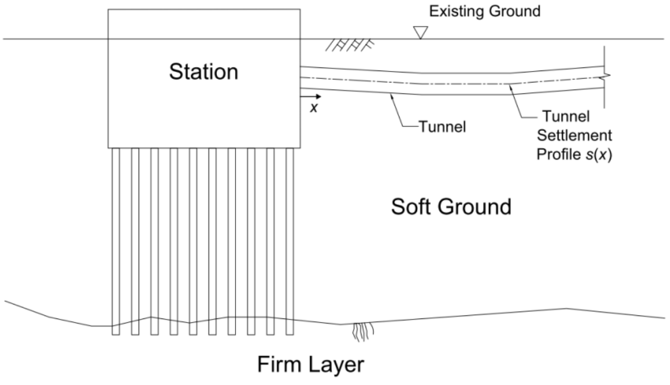

Existing Ground
Station
x
Tunnel
Tunnel
Settlement
Profile s(x)
Soft Ground
Firm Layer

Figure 7-2 Tunnel-Station Layout

Figure 7-2 shows the layout of the station box founded on piles. The piles are embedded into a firm subgrade layer. After the determination of the tunnel settlement profile, the ring joint openings can be calculated with the following procedure.

Determine the function of radius of curvature $\rho(x)$ according to $s(x)$,

$$\rho(x) = \frac{1}{s''(x)} \tag{1a}$$

$$s''(x) = \frac{d^2 s(x)}{dx^2} \tag{1b}$$

Determine the angle of lining opening θ between two lining rings according to the radius of curvature and the width of lining rings b according to Equation 2.

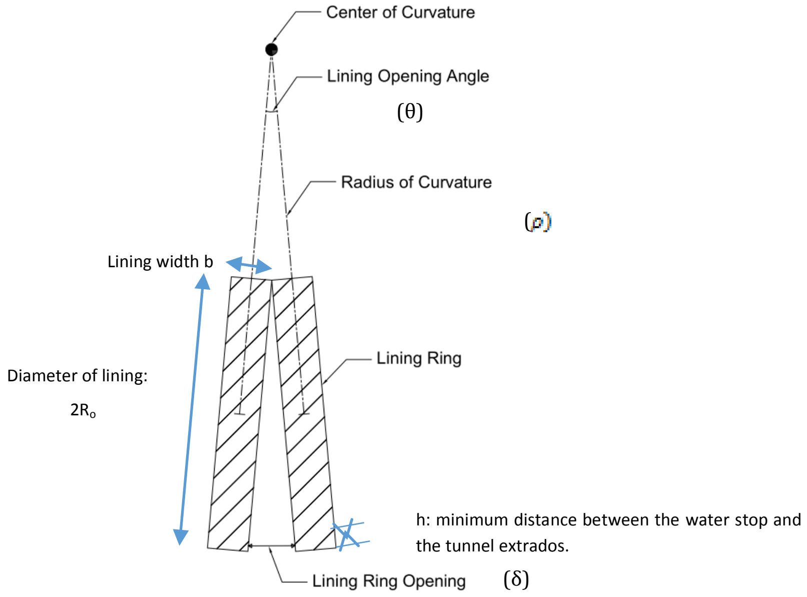

Center of Curvature
Lining Opening Angle
(θ)
Radius of Curvature
(ρ)
Lining width b
Diameter of lining:
2R₀
Lining Ring
h: minimum distance between the water stop and the tunnel extrados.
Lining Ring Opening
(δ)

Figure 7-3 Lining Ring Opening Geometry.

$$\theta(x) = 2\sin^{-1}\frac{b}{2\rho(x)} \tag{2}$$

Determine the lining ring opening width δ with the external radius of lining ring R_o and the minimum distance between the water stop and the tunnel extrados h.

$$\delta(x) = (2R_o - h)\theta(x) \tag{3}$$

Combining Equation 1, 2 and 3, the lining ring opening at any distance x from the station is

$$\delta(x) = 2(2R_o - h)\sin^{-1}\left(\frac{b}{2}s''(x)\right) \tag{4}$$

The curvature of the tunnel is basically the highest along the portion next to the station to certain extent, for example the first 10m~20m from the station. High curvature results in large ring opening that affects the water-tightness of the tunnel.

7.3 Ring Opening Results Based on Longitudinal Analysis

7.3.1 Displacement and Opening Results

An example for the displaced longitudinal model exported from SAP2000 is shown as below in Figure 7-4 and Figure 7-5.

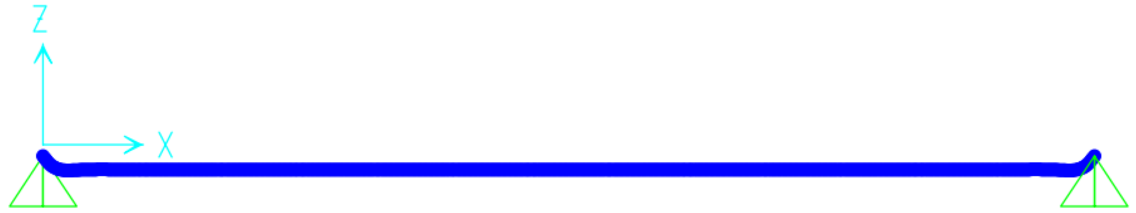


Figure 7-4 Longitudinal Model with Pinned Connection

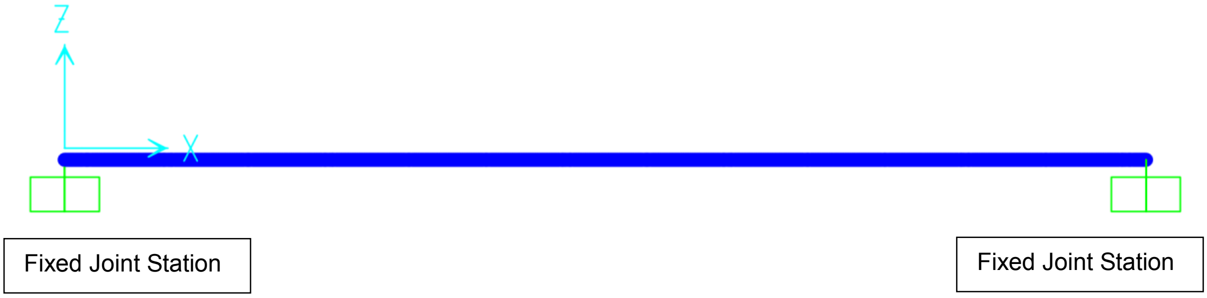


Figure 7-5 Longitudinal Model with Fixed Connection

The opening at the hydrophilic strip has been calculated corresponding to 15.0 mm differential settlement load, and has been compared with the design criteria. Design criteria indicated only corresponds to differential settlement load. Figure 7-6 defines the numbering of ring joints referred in this report in relation with Figure 7-8 to Figure 7-13. Figure 7-7 shows the vertical displacement of the tunnel between Opera House and Ba Son Stations. Figure 7-8 and Figure 7-9 show the displacements at the close proximity of the stations, Figure 7-10 and Figure 7-11 show the calculated flexion angles related to the 15.0 mm displacement load, Figure 7-12 and Figure 7-13 show the calculated opening values related to the 15.0 mm displacement load.

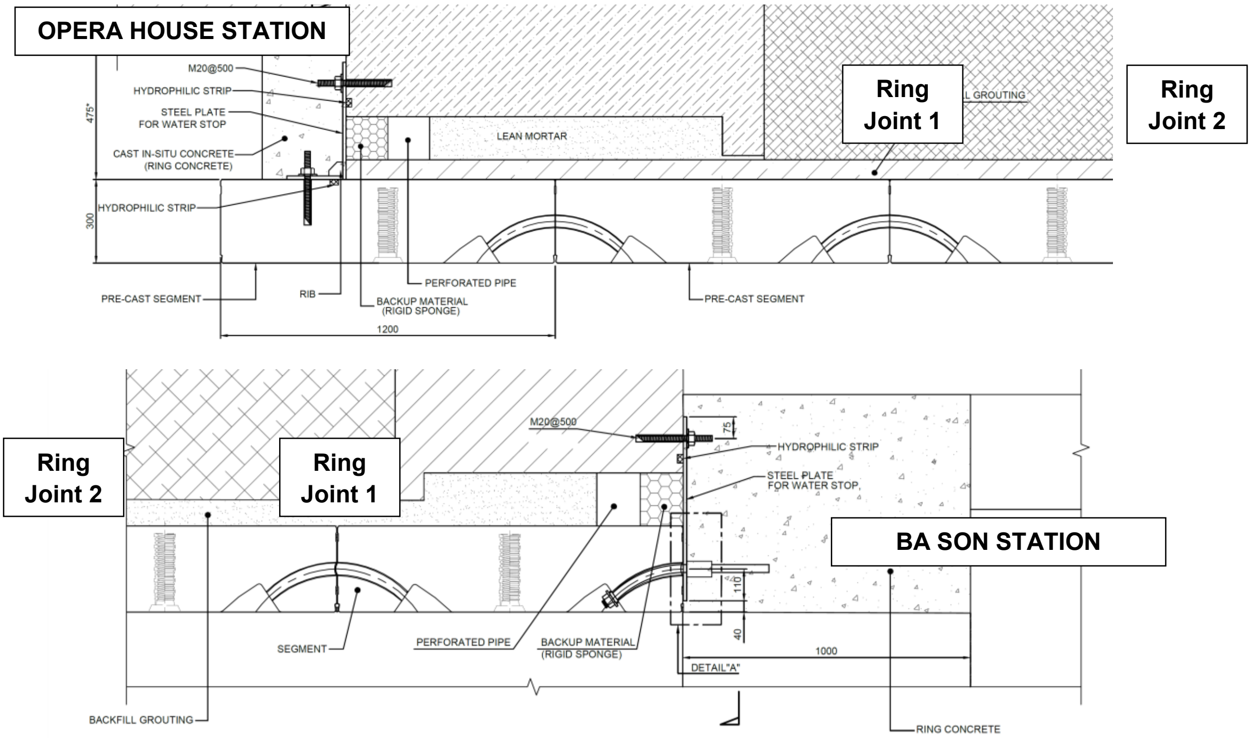

OPERA HOUSE STATION
Ring Joint 1
Ring Joint 2
M20@500
HYDROPHILIC STRIP
STEEL PLATE FOR WATER STOP
CAST IN-SITU CONCRETE (RING CONCRETE)
475*
300
LEAN MORTAR
L GROUTING
PRE-CAST SEGMENT
RIB
PERFORATED PIPE
BACKUP MATERIAL (RIGID SPONGE)
1200
PRE-CAST SEGMENT
Ring Joint 2
Ring Joint 1
M20@500
75
HYDROPHILIC STRIP
STEEL PLATE FOR WATER STOP
BA SON STATION
110
40
SEGMENT
PERFORATED PIPE
BACKUP MATERIAL (RIGID SPONGE)
1000
DETAIL"A"
BACKFILL GROUTING
RING CONCRETE

Figure 7-6 Numbering of Ring Joints in the Close Proximity of Opera House an Ba Son Stations

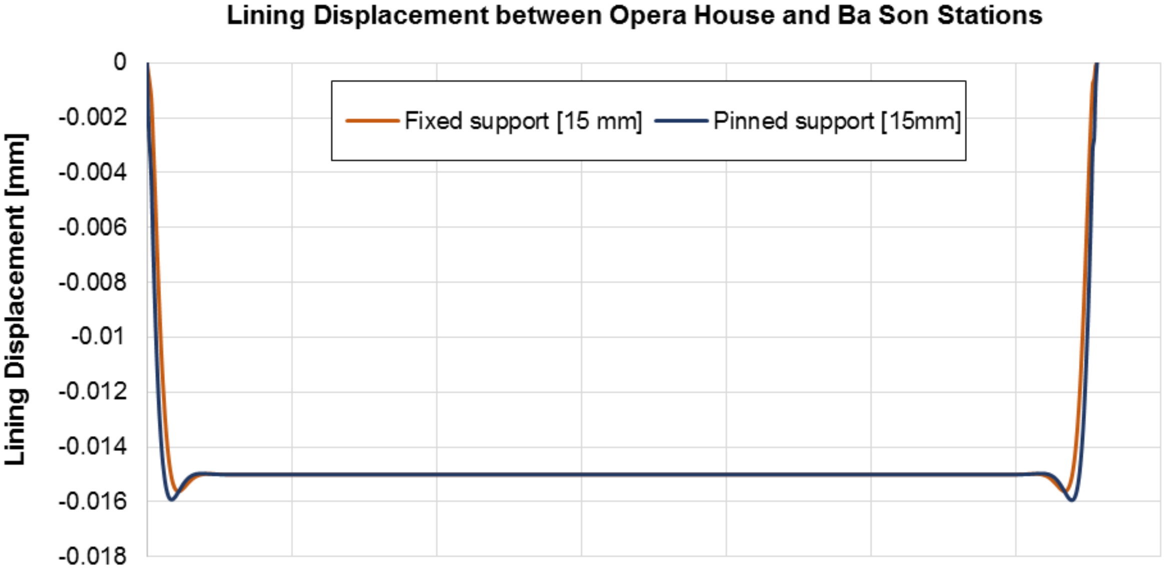


Figure 7-7 Vertical Displacement along Tunnel

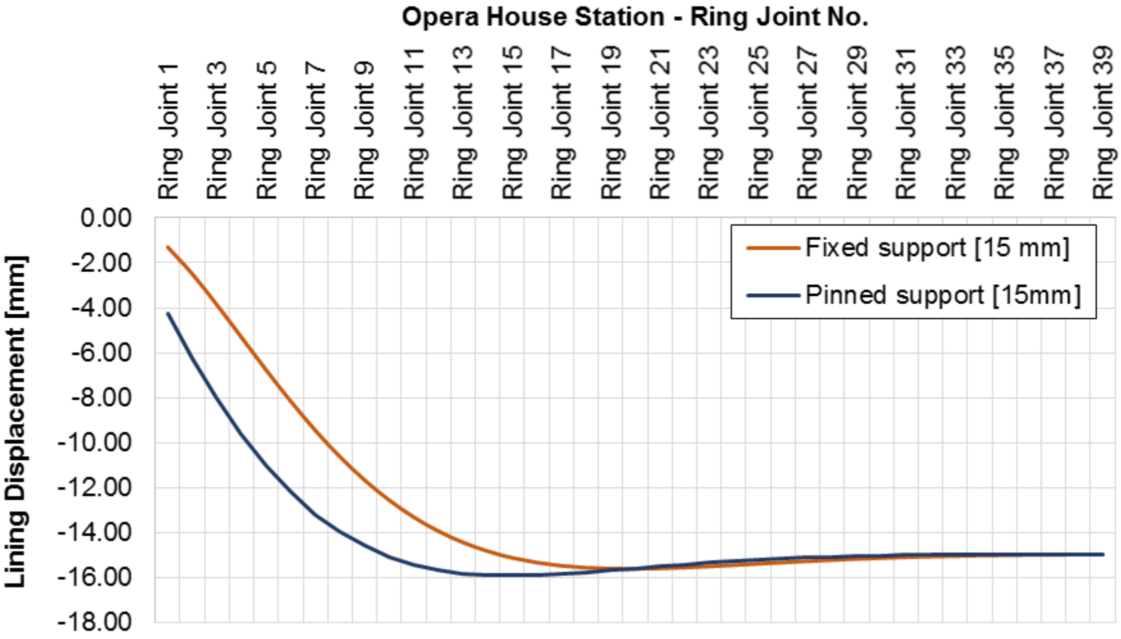


Figure 7-8 Vertical Displacement Close to Opera House Station

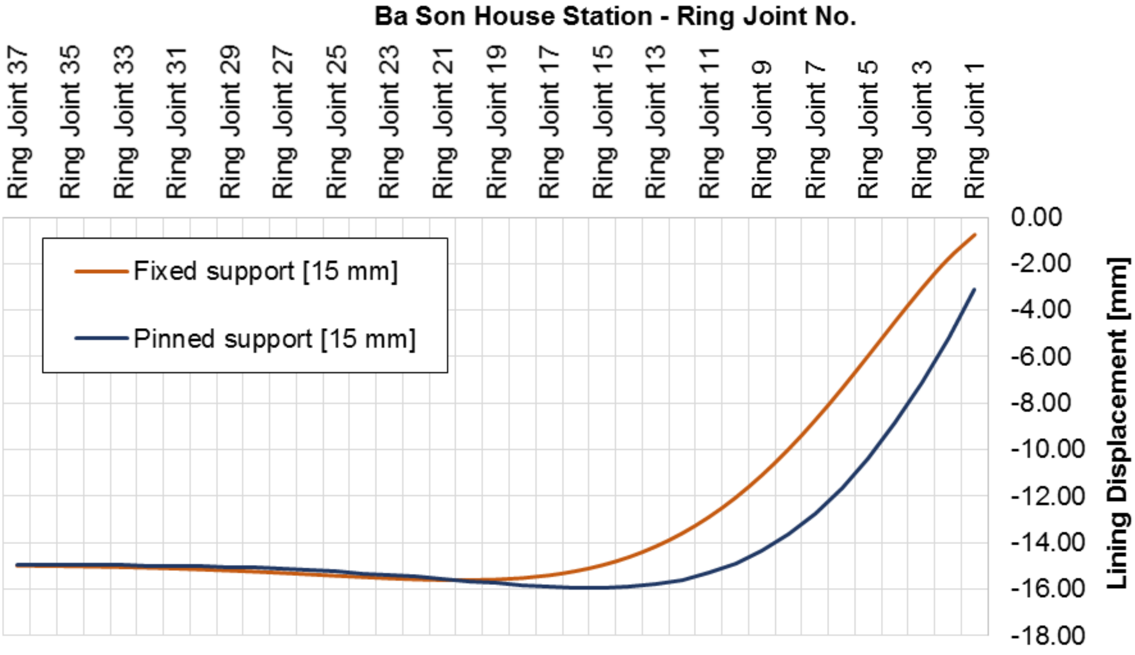


Figure 7-9 Vertical Displacement Close to Ba Son Station

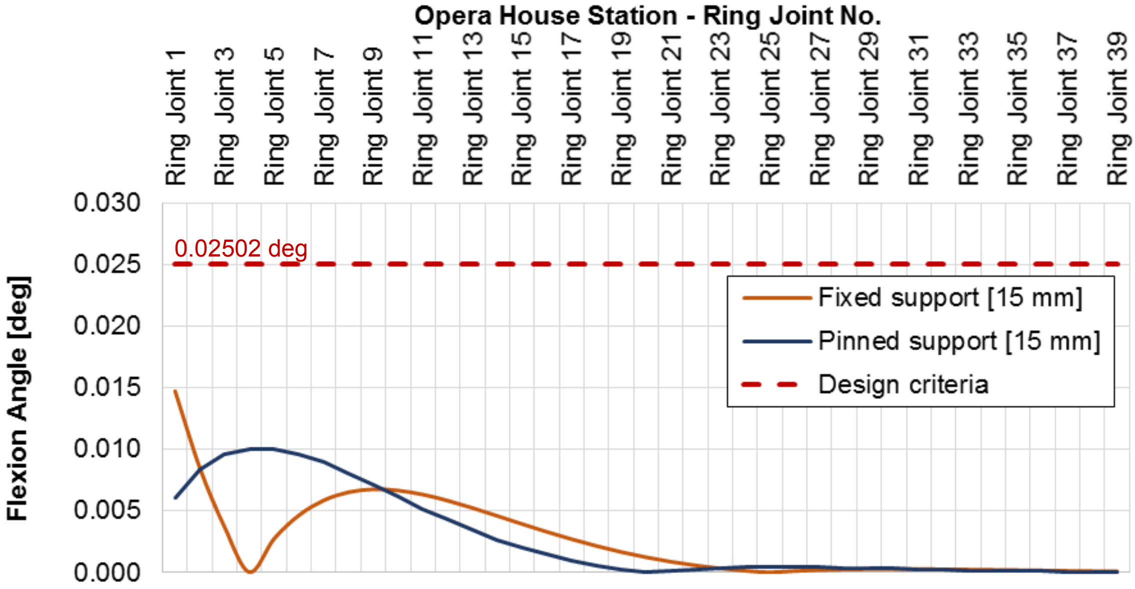


Figure 7-10 Flexion Angle – Opera House Station

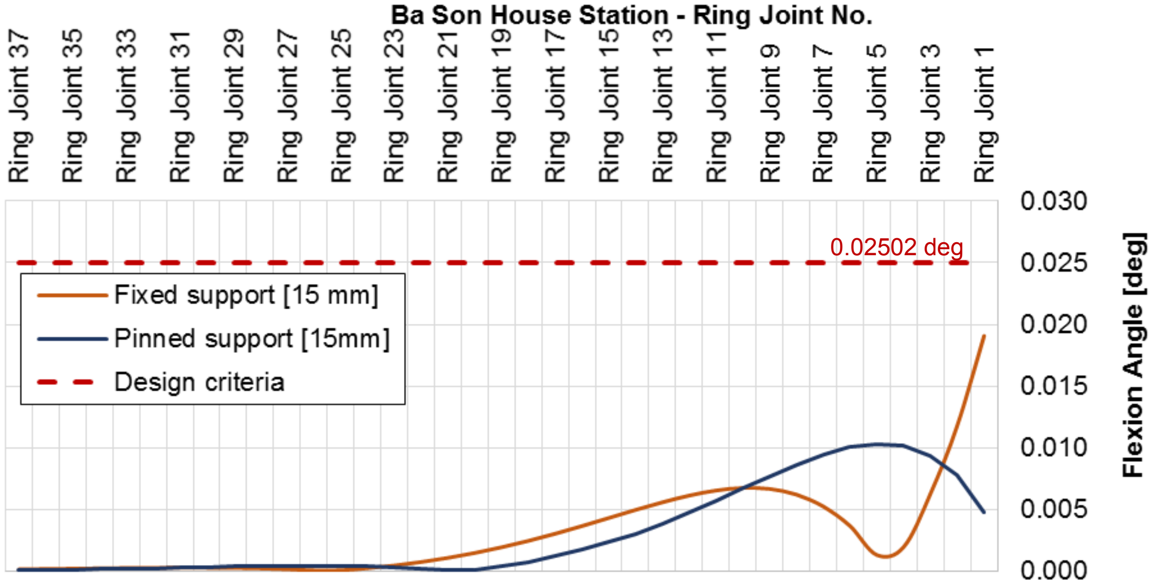


Figure 7-11 Flexion Angle – Ba Son Station

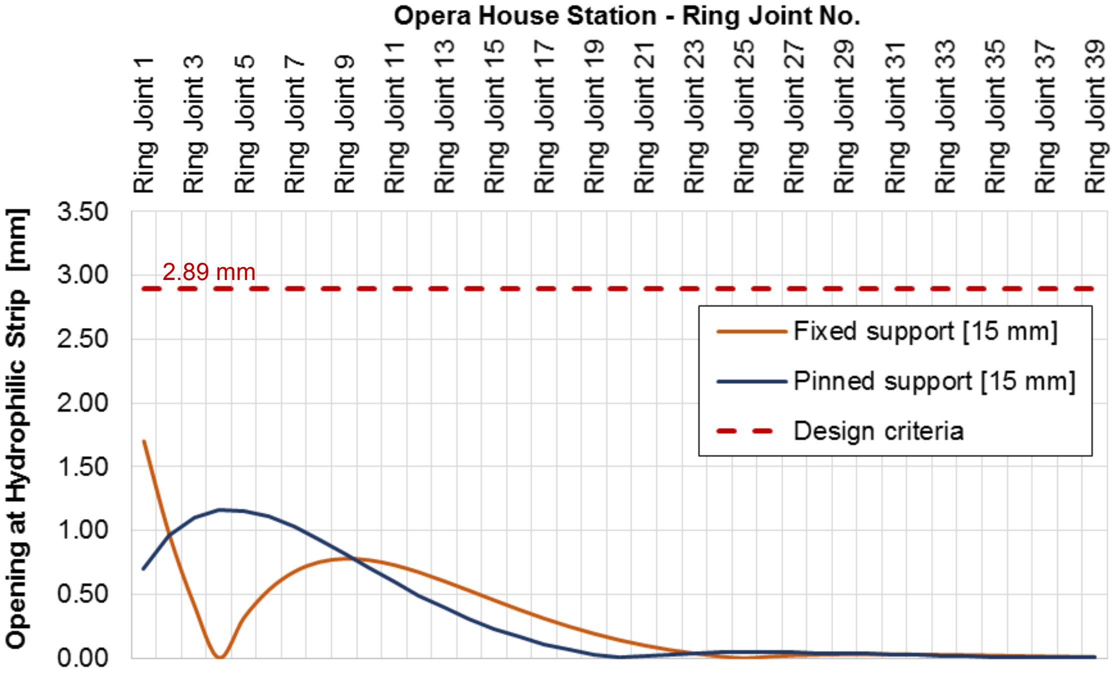


Figure 7-12 Opening at Hydrophilic Strip – Opera House Station

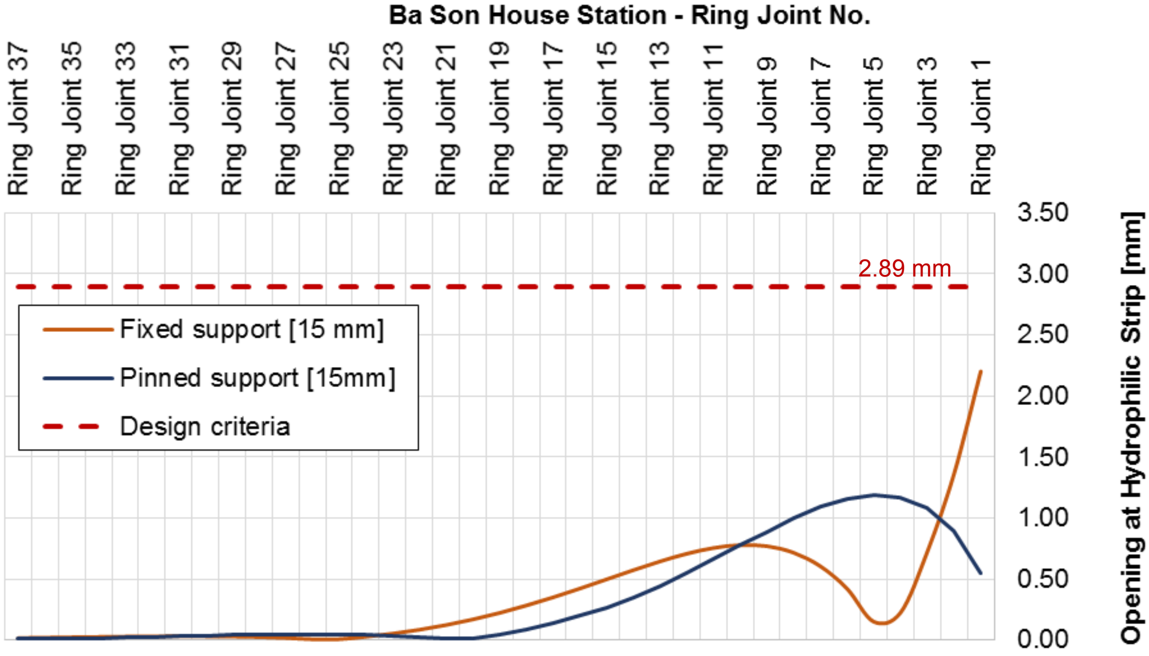


Figure 7-13 Opening at Hydrophilic Strip – Ba Son Station

7.4 Bolt capacity at ring joints under tension caused by maximum allowable opening

Bolt capacity is evaluated against the allowable maximum ring opening (6.3 mm) in long-term (water-tightness). For calculation of allowable opening, please refer to Section 6 of this report.

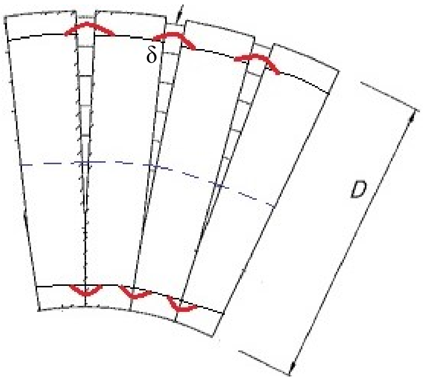


Figure 7-14 Ring Joints and δ Maximum Allowable Long-term Opening (δ = 6.3 mm)

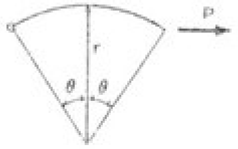
Table 7-5 Bolt Properties

Bolt	Grade	Effective area [mm2]	Inertia [mm4]	Allowable tensile stress [MPa]	Allowable yield stress [MPa]	Ultimate tensile stress [MPa]
M27	8.8	459	26087	290	660	800

Bolt properties are summarized in Table 7-5. For curved bolts, the elongation, in respect of the tension force acting on the bolt, can be calculated based on given equations as below. Such equation is applied for curved bolt application and given in reference doc such as KL segment Manual by Hazama corp.

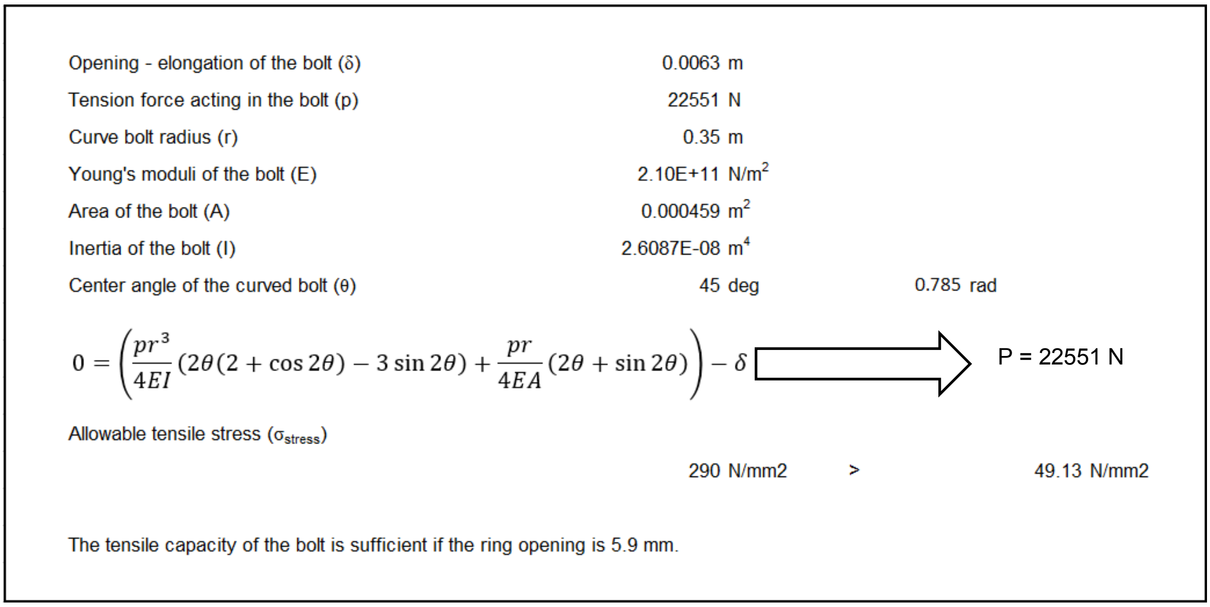
$$Kb2 = \frac{p}{2\delta} \cdot n$$

$$\delta = \frac{pr^3}{4EI}\left(2\theta\left(2+\cos 2\theta\right)-3\sin 2\theta\right) + \frac{pr}{4EA}\left(2\theta+\sin 2\theta\right)$$



$$\delta = \frac{pr^3}{4EI}(2\theta(2+\cos 2\theta) - 3\sin 2\theta) + \frac{pr}{4EA}(2\theta + \sin 2\theta)$$

where p is the tension force acting on the bolt, r is the radius of the bolt curve, E is the Young's moduli of the bolt (210 GPa), I is the inertia of the bolt, A is the effective area of bolt in tension, θ is the centre angle of the curved bolt. To calculate the bolt stress under the condition when maximum allowable long term opening is measured, the above presented equation is solved for p.



Opening - elongation of the bolt (δ)	0.0063	m		
Tension force acting in the bolt (p)	22551	N		
Curve bolt radius (r)	0.35	m		
Young's moduli of the bolt (E)	2.10E+11	N/m^2		
Area of the bolt (A)	0.000459	m^2		
Inertia of the bolt (I)	2.6087E-08	m^4		
Center angle of the curved bolt (θ)	45	deg	0.785	rad

$$0 = \left(\frac{pr^3}{4EI}(2\theta(2+\cos 2\theta) - 3\sin 2\theta) + \frac{pr}{4EA}(2\theta + \sin 2\theta)\right) - \delta \Longrightarrow P = 22551\ \mathrm{N}$$

Allowable tensile stress (σ_{stress})

290 N/mm2 > 49.13 N/mm2

The tensile capacity of the bolt is sufficient if the ring opening is 5.9 mm.

Figure 7-15 Calculation Summary of Tension Stress When Maximum Allowable Opening Is Reached

Calculation results show that the bolt stress under corresponding maximum allowable opening is smaller than allowable tensile stress of the bolt. Therefore, bolt`s tensile capacity is sufficient for the corresponding ring opening in long term.

7.5 Assessment of analysis

This document shows the longitudinal analysis for TBM tunnels under scope of CP-1b.The analyses results show that the expected 8.8 mm differential settlement between bored tunnel and station box in the worst scenarios during bored tunnel's design life (refer to “Design approach for the impact of long-term ground movement/subsidence on contract package CP1b – Bored Tunnel” with doc. no. UMRTL1-CP1b-TBMS-CTG-RPT-00200-D) will not affect the water-tightness of the tunnel and its connection with Opera House and Ba Son Stations with sufficient safety margin. (In analyses 15.0 mm differential settlement has been applied.)

Additional assessment is carried out to confirm bolt capacity when maximum allowable opening is reached. Based on calculation results, the tensile capacity of the bolts is sufficient if the ring opening is 6.3 mm (at Ring Joint 1 at launching side).

It should also be noted that the critical displacement and consequent bending for ring opening occurs at only two locations near each of the stations, connection areas of tunnels with stations. Large majority of the tunnel section remains with insignificant opening amount.

It is difficult to predict or conclude such amount of settlement (8.8 mm) will occur or not during design life of the tunnels, however, even if such differential settlement occurs, it is expected to happen gradually and slowly by the time. As a conservative approach, the applied differential settlement load is 15.0 mm in the longitudinal analyses.

In addition, reference is given to SMJO`s detailed long-term ground movement/subsidence assessment report for bored tunnel section entitled “Design approach for the impact of long-term ground movement/subsidence on contract package CP1b – Bored Tunnel” with doc. no. UMRTL1-CP1b-TBMS-CTG-RPT-00200-D). This document clearly concludes that there should not be unacceptable differential settlement affecting the stations and tunnels, and even settlement happens in the future, that would be at the same rate for stations and tunnels.

8. CONNECTION DETAILS

Connection of tunnel and station at Opera House Station (TBM Arrival) is given below. Please refer to Appendix C for the drawings with scale and details.

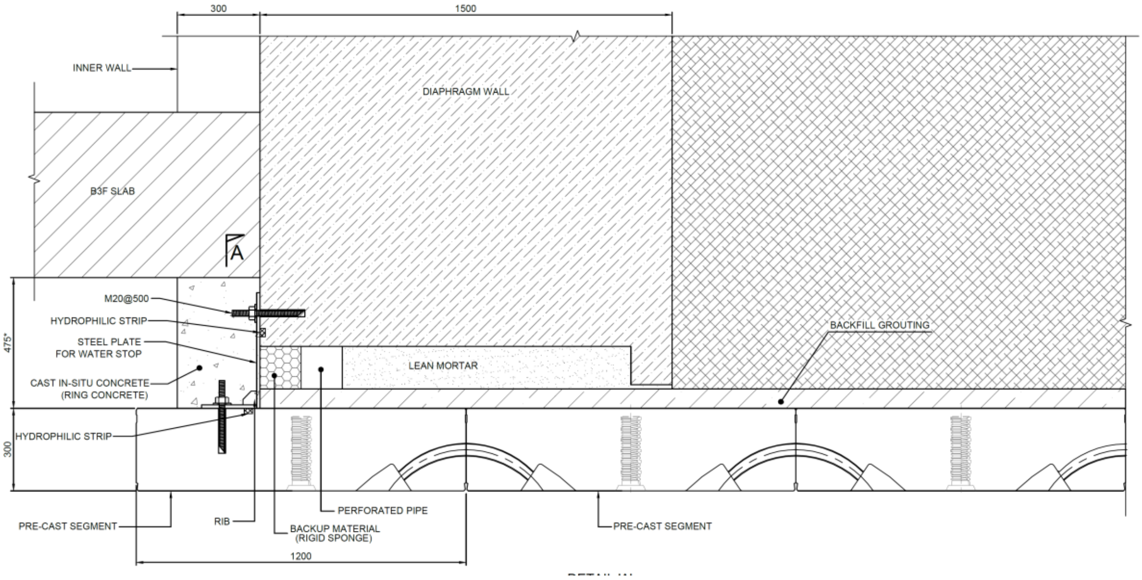

300
1500
INNER WALL
DIAPHRAGM WALL
B3F SLAB
A
M20@500
HYDROPHILIC STRIP
STEEL PLATE FOR WATER STOP
475*
CAST IN-SITU CONCRETE (RING CONCRETE)
HYDROPHILIC STRIP
300
LEAN MORTAR
BACKFILL GROUTING
PERFORATED PIPE
BACKUP MATERIAL (RIGID SPONGE)
PRE-CAST SEGMENT
RIB
PRE-CAST SEGMENT
1200

Figure 8-1 EBT – Opera House Connection Detail (Connection with Station – See Drawing CP1B-CTS-TD-TBMS-00071)

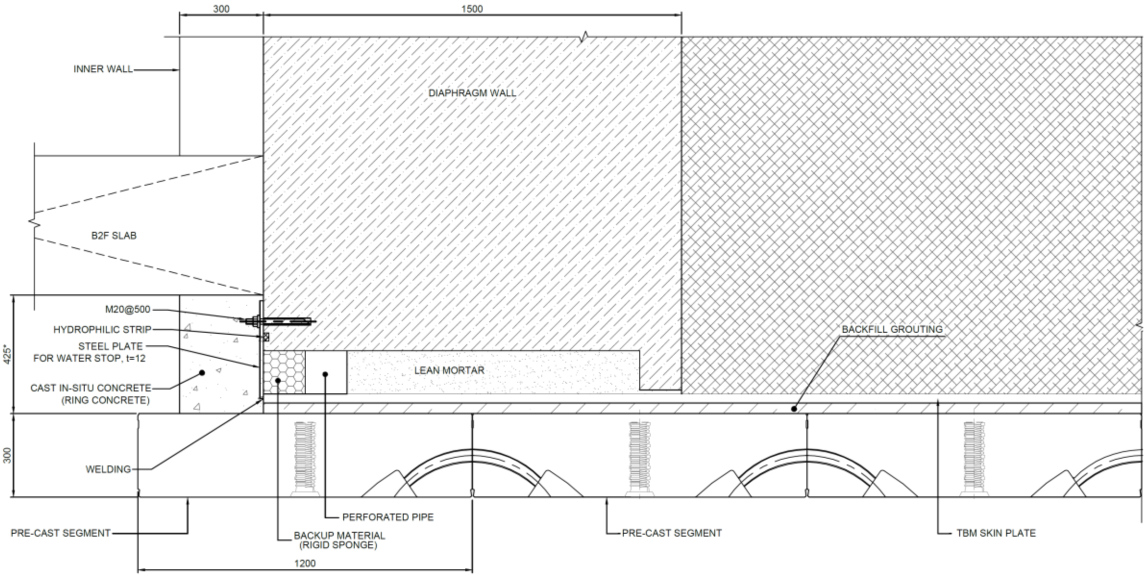

300
1500
INNER WALL
DIAPHRAGM WALL
B2F SLAB
M20@500
HYDROPHILIC STRIP
STEEL PLATE FOR WATER STOP, t=12
425*
CAST IN-SITU CONCRETE (RING CONCRETE)
LEAN MORTAR
BACKFILL GROUTING
300
WELDING
PERFORATED PIPE
BACKUP MATERIAL (RIGID SPONGE)
PRE-CAST SEGMENT
PRE-CAST SEGMENT
TBM SKIN PLATE
1200

Figure 8-2 WBT Arrival Side – Opera House Connection Detail (Connection with Station – See Drawing CP1b-CTS-TD-TBMS-00073)

Connection of tunnel and station at Ba Son Station (TBM launching side) is given below. Please refer to Appendix C for the drawings with scale and details.

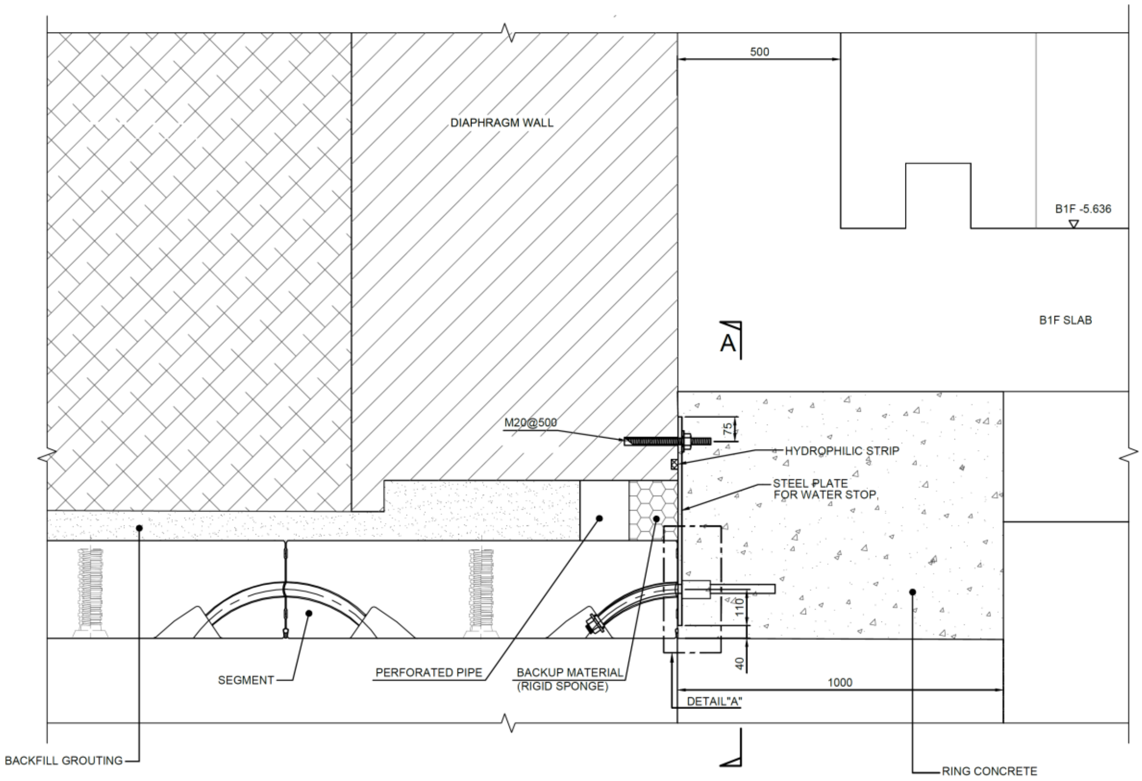

500
DIAPHRAGM WALL
B1F -5.636
B1F SLAB
A
M20@500
75
HYDROPHILIC STRIP
STEEL PLATE
FOR WATER STOP
110
40
1000
DETAIL"A"
SEGMENT
PERFORATED PIPE
BACKUP MATERIAL
(RIGID SPONGE)
BACKFILL GROUTING
RING CONCRETE

Figure 8-3 EBT & WBT – Ba Son Connection Detail (EBT and WBT Launching Side – See Drawing CP1B-CTS-TD-TBMS-00075 and CP1B-CTS-TD-TBMS-00076)

In term of structural stability in long term, if differential settlement occur which will lead to deformation of segmental lining, anchor bolt in segmental lining will pull the steel plate for water stop which can move at the connection with D-wall owing to enlarged bolt hole. This structure mechanism will ensure the water tightness at connection area under long term differential settlement. Please refer to Appendix D for details.

9. REFERENCES

JRTRI. (2002). *Design Standards for Railway Structures and Commentary-Shield Tunnel (DSRSC-ST).* Tokyo: Japan Railway Technical Research Institute.

JSCE, K. A. (2011). Shield Tunnel Segmental Lining Design. (L. Guang, Trans.) Beijing: China Architecture and Building Press.

TÊN DỰ ÁN	Tuyến Đường Sắt Đô Thị TP. Hồ Chí Minh Đoạn Bến Thành – Suối Tiên (Tuyến số 1) Gói Thầu -1b: Xây dựng (Đoạn ngầm từ KM 0+615 đến KM 2+360)

BÁO CÁO PHẦN KẾT NỐI NHÀ GA – HẦM KHOAN TBM

REVISION STATUS

REV. No.	DATE	DESCRIPTION	REMARKS
E	21 Jul 2017	FIFTH ISSUE	Fifth Issue for Review
D	18 April 2017	FOURTH ISSUE	Fourth Issue for Review
C	7 Feb 2017	THIRD ISSUE	Third Issue for Review
B	17 October 2016	SECOND ISSUE	Second Issue for Review
A	29 August 2016	FIRST ISSUE	First Issue for Review

	PREPARED BY	CHECKED BY	APPROVED BY
NAME	Ozturk Ozgur	Kenichi Ito	Nobuyuki Kawai
SIGNATURE			
DATE			

MỤC LỤC

1. GIỚI THIỆU ... 4

1.1 Các tiêu chuẩn ... 4

2 PHƯƠNG PHÁP ... 5

3 HẦM KHOAN TBM - KIỂM TRA ĐỘ DỊCH CHUYỂN NHÀ GA ... 6

4 KẾT NỐI VỚI NHÀ GA ... 11

5 ĐỘ KÍN NƯỚC TẠI KHU KẾT NỐI ... 12

6 KHOẢNG HỞ PHÂN ĐOẠN VỎ HẦM CHO PHÉP TRONG ĐIỀU KIỆN DÀI HẠN ... 12

6.1 Kiểm tra thiết kế ... 12

7 TÍNH TOÁN ĐỘ LÚN KHÁC NHAU CHO PHÉP ỨNG VỚI KHOẢNG HỞ CHO PHÉP ... 16

7.1 Thiết lập mô hình ... 16

7.1.1 Lò xo đất ... 16

7.1.2 Đặc trưng dầm cứng tương đương ... 18

7.1.3 Thuộc tính Độ cứng dầm tương đương ... 19

7.1.4 Thiết lập tải trọng tương ứng với độ lún ... 19

7.2 Tiến trình kiểm tra Khoảng hở vòng dựa vào phân tích theo chiều dọc ... 20

7.3 Kết quả Khoảng hở dựa vào phân tích theo chiều dọc ... 22

7.3.1 Kết quả Khoảng hở và độ chuyển vị ... 22

7.4 Khả năng chịu lực bu lông ở các khớp chịu kéo gây ra bởi động mở rộng cho phép của vỏ hầm 27

7.5 Đánh giá phân tích ... 28

8 CHI TIẾT KẾT NỐI ... 29

9 THAM KHẢO ... 30

DANH SÁCH PHỤ LỤC

PHỤ LỤC A	Thi công hầm thoát nước, Hướng dẫn thiết kế trong điều kiện động đất– Hiệp hội đường hầm thoát nước Nhật Bản
PHỤ LỤC B	Tính toán Độ trượt
PHỤ LỤC C	Bản vẽ
PHỤ LỤC D	Ổn định của kết cấu về dài hạn

LIST OF TABLES

Bảng 6-1 Ứng suất nén của dải trám 13
Bảng 6-2 Tóm tắt khả năng trám khoản bù 15
Bảng 6-3 Tóm tắt thiết kế dải trám 15
Bảng 7-1 Value of Soil Reaction Coefficient x Tunnel Radius (DSRSC-ST) 17
Bảng 7-2 Lò xo đất cho mô hình kết cấu 17
Bảng 7-3 Opening and Flexion Angle Design Criteria Tiêu chuẩn Thiết kế độ mở và góc mở 18
Bảng 7-4 Đặc tính của dầm cứng tương đương trong mô hình này 19

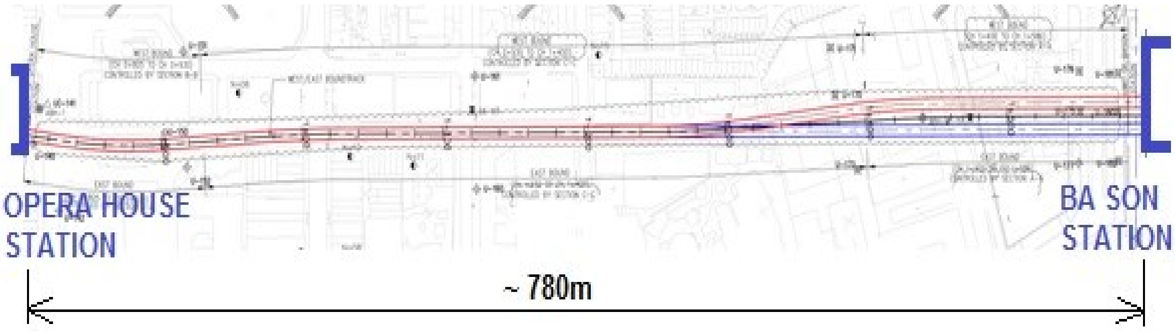
LIST OF FIGURES

Hình 1-1 Mặt bằng thể hiện cho Hầm khoan từ KM 0+805 đến KM 1+586 (Ga Nhà Hát tới Ga Ba Son) 4
Hình 1-2 Hồ sơ địa chất cho hầm khoan đào từ KM 0+805 đến KM 1+586 (Ga Nhà Hát tới Ga Ba Son) 4
Hình 3-1 Sự trượt tại phần kết nối nhà ga 6
Hình 3-2 Kết cấu nhà ga và hầm tại phía ga Nhà hát thành phố 8
Hình 3-3 Tốc độ cắt thiết kế với Độ sâu cho đất nền của hầm loại B 9
Hình 3-4 Hố khoan của hai trạm và thiết kế tốc độ cắt và độ sâu cho loại B ở trạm Ba Son 10
Hình 4-1 Kết nối đường hầm – Nhà ga – Phía lao phóng 11
Hình 4-2 Kết nối đường hầm – Nhà ga – Phía tiếp nhận 11
Hình 5-1 Khe hở và kích thước dải trám 13
Hình 6-2 Mối quan hệ giữa tỉ lệ nén và ứng suất nén của dải trám (từ danh mục của nhà sản xuất) 13
Hình 5-3 Độ rộng hữu hiệu của dải trám 14
Hình 7-1 Mẫu mô hình phân tích theo chiều dọc 20
Hình 6-2 Sơ đồ bố trí Hầm – Nhà ga 20
Hình 6-3 Hình khoảng hở phân đoạn vỏ 21
Hình 7-6 Đánh số các mối nối đốt hầm trong khoảng cách gần ga Nhà hát lớn và ga Ba Son 23
Hình 7-7 Chuyển vị dọc đường hầm 23
Hình 7-8 Chuyển vị dọc gần nhà ga Nhà Hát 24
Hình 7-9 Chuyển vị dọc gần nhà ga Ba Son 24
Hình 7-10 Góc xoay – Ga Nhà Hát 25
Hình 7-12 Độ mở tại dãi ngăn nước – Ga Nhà Hát 26
Hình 8-1 EBT – Chi tiết kết nối ga nhà hát (Kết nối với nhà ga - Xem Bản vẽ CP1B-CTS-TD-TBMS-00071) .. 29

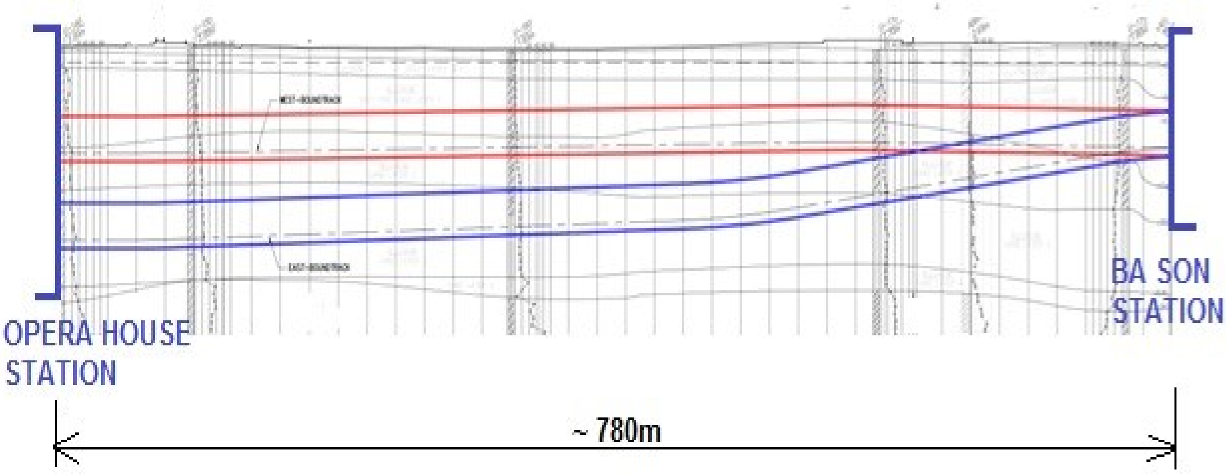
1. GIỚI THIỆU

Báo cáo bao gồm đánh giá liên quan đường hầm khoan TBM và kết nối Nhà ga trong phạm vi gói thầu 1b . Thông tin liên quan tới vỏ hầm khoan TBM và phần liên quan được giới thiệu trong tài liệu số : TP.HCM-CP1b-TBM-CTD-00.024-C "Hầm khoan đào – Báo cáo Thiết kế kỹ thuật Vỏ hầm". Tham khảo báo cáo số HCMC-CP1b-RTC-0200-D “Phương pháp thiết kế và tính toán chuyển vị đất nền cho gói thầu 1b – Hầm khoan” cho việc tính toán chuyển vị đất lâu dài.

Mặt bằng và hồ sơ phân tích theo chiều dọc của đường hầm khoan thể hiện như trong lược đồ bên dưới



Hình 1-1 Mặt bằng thể hiện cho Hầm khoan từ KM 0+805 đến KM 1+586 (Ga Nhà Hát tới Ga Ba Son)



Hình 1-2 Hồ sơ địa chất cho hầm khoan đào từ KM 0+805 đến KM 1+586 (Ga Nhà Hát tới Ga Ba Son)

1.1 Các tiêu chuẩn

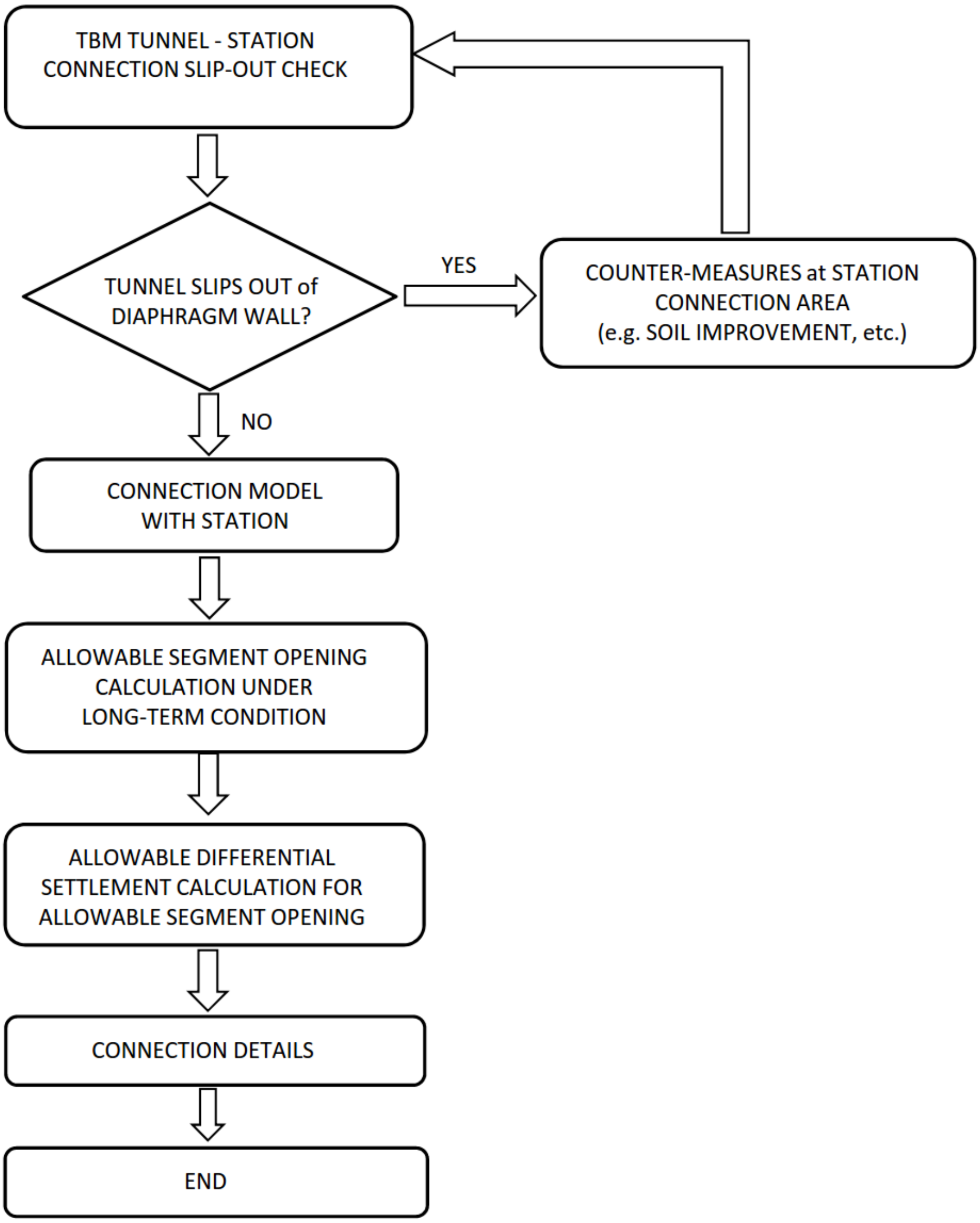
Công tác thiết kế phải tuân thủ các tiêu chuẩn Nhật Bản hiện hành phù hợp. Tiêu chuẩn chính được tham khảo như liệt kê bên dưới .

- Tiêu chuẩn thiết kế kết cấu đường sắt và khuyến nghị - Hầm khiên đào (DSRSC-ST) – Viện nghiên cứu kỹ thuật đường sắt Nhật Bản (JRTRI), 2002
- Tiêu chuẩn thiết kế kết cấu đường sắt và khuyến nghị - Thiết kế động đất (DSRSC-SD) – Viện nghiên cứu kỹ thuật đường sắt Nhật Bản (JRTRI), 2012
- Tiêu chuẩn kỹ thuật đường hầm (JSCE), 2006: Hầm khiên đào.
- Thi công hầm thoát nước, Hướng dẫn thiết kế trong điều kiện động đất – Hiệp hội đường hầm thoát nước Nhật Bản (2006)

Tiêu chuẩn thực hành liên quan khác sẽ được tham khảo khi cần thiết.

2 PHƯƠNG PHÁP

Tiến trình thiết kế được thể hiện trong Hình 2-1 bên dưới. Sự dịch chuyển của hầm khoan TBM sẽ được kiểm tra tại bước đầu tiên để đánh giá độ dịch chuyển của kết cấu chính nhà ga (Tường vây) cho dù có điều kiện động đất hay không. Theo đó, kiểm tra tiếp tục được tiến hành cho chi tiết mối nối với nhà ga.


TBM TUNNEL - STATION CONNECTION SLIP-OUT CHECK
TUNNEL SLIPS OUT of DIAPHRAGM WALL?
YES
COUNTER-MEASURES at STATION CONNECTION AREA (e.g. SOIL IMPROVEMENT, etc.)
NO
CONNECTION MODEL WITH STATION
ALLOWABLE SEGMENT OPENING CALCULATION UNDER LONG-TERM CONDITION
ALLOWABLE DIFFERENTIAL SETTLEMENT CALCULATION FOR ALLOWABLE SEGMENT OPENING
CONNECTION DETAILS
END

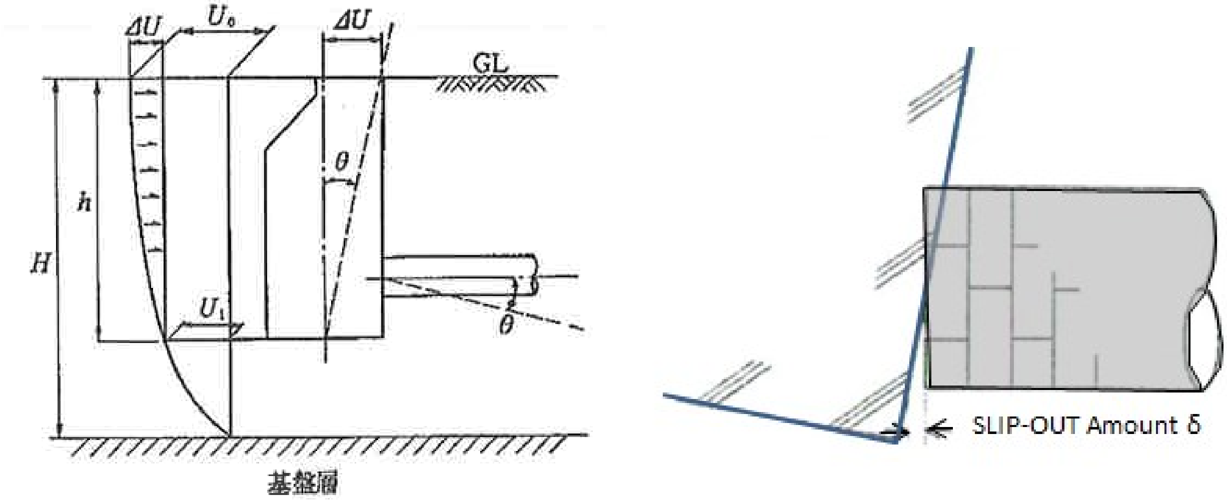
Hình 2-1 Tiến trình thiết kế

3 HẦM KHOAN TBM - KIỂM TRA ĐỘ DỊCH CHUYỂN NHÀ GA

Theo sự kiện động đất đặc biệt là tại các khu vực có động đất đang khống chế hay yếu tố quan trọng đối với việc thiết kế kết cấu ngầm và các kết cấu trên mặt đất, thực sự cần thiết kiểm tra khoảng cách kết nối và chuyển động của hầm ở kết nối nhà ga. Động đất có thể gây ra khoảng cách quá mức tại phần kết nối và có thể làm tổn hại độ kín nước của đường hầm.

Đối với thành phố Hồ Chí Minh, PGA đại diện cho động đất khá thấp và bằng 0.0848g. Với khả năng động đất thấp như vậy, khoảng cách dự kiến tại phần kết nối giữa đường hầm và nhà ga là nhỏ. Để đánh giá khoảng cách phần kết nối và khả năng đoạn hầm trượt ra khỏi kết cấu nhà ga (Tường vây), tiêu chuẩn Nhật Bản liên quan được tham khảo.

Với tiêu chuẩn Nhật Bản (ví dụ như xây dựng đường hầm thoát nước, Thiết kế Hướng dẫn điều kiện động đất - do Hội hầm thoát nước Nhật Bản (2006), được khuyên nên kiểm tra đường hầm TBM và kết nối nhà ga bằng cách tính ảnh hưởng động đất như mô tả dưới đây Đối với các phần có liên quan và giải thích theo tiêu chuẩn, xin vui lòng tham khảo Phụ lục A.



Hình 3-1 Sự trượt tại phần kết nối nhà ga

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{\Delta U}{h}\right)$$

$$U_h(Z) = \frac{2}{\pi^2}\cdot S_v\cdot T_s\cdot \cos\left(\frac{\pi\cdot Z}{2H}\right)$$

$$\Delta U = U_h(0) - U_h(h) = U_0 - U_1$$

θ : Góc quay giữa trạm và hầm (rad)

Z : Độ sâu từ mặt đất (m)

U_h(Z) : Chiều rộng độ lệch lớn nhất tại Z từ mặt đất (m)

H : Độ sâu (chiều cao) của kết cấu nhà ga (m)

Sv : Quang phổ địa tầng đất (m/sec)

H : Chiều cao địa tầng đất liên quan (m)

T : Chu kỳ của nền (sec)

U_h(0) : Độ lệch lớn nhất tại nền đất (m)

U_h(h): Độ lệch lớn nhất tại phần đáy nhà ga (m)

Với lớp đất:

$$Vs_i = 100\cdot N_i^{1/3} \quad (1 \leqq N_i \leqq 25)$$

Với lớp cát

$$Vs_i = 80\cdot N_i^{1/3} \quad (1 \leqq N_i \leqq 50)$$

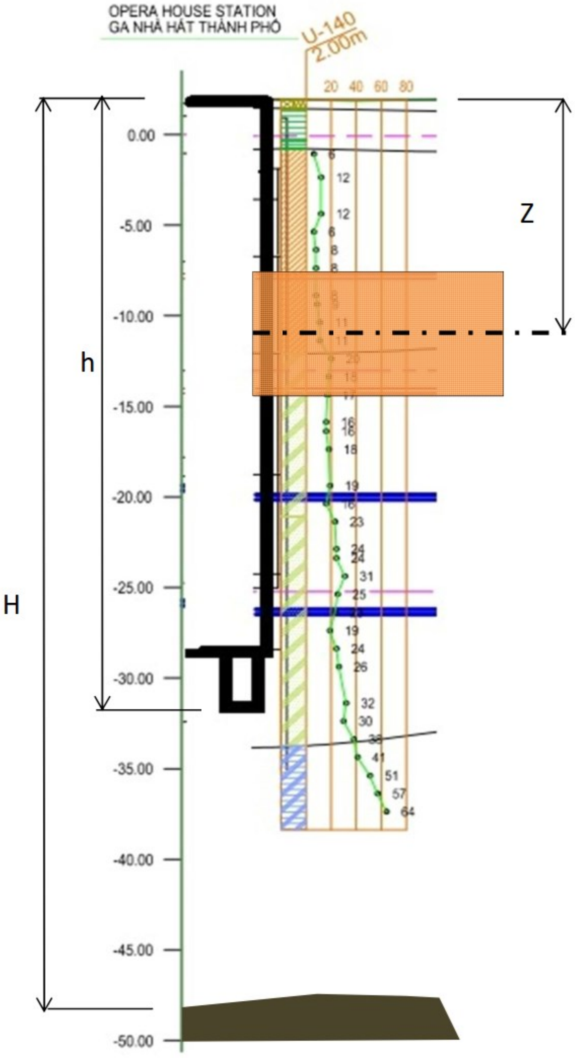
δ: độ trượt (m)

$$\delta = \varepsilon_{gd}\cdot \ell$$

ε_{gd} :Truyền động của nền trong quá trình động đất

$$\varepsilon_{gd} = \frac{\pi}{L} U_h(Z)$$

Hầm nông (gần với mặt đất) cho độ lệch và sự truyền động lớn hơn. Do đó, tuyến hầm phía tây được xem xét để kiểm tra như bên dưới. For Ba Son station side, both EBT and WBT are at similar elevation. Đối với trạm Ba Son, cả EBT và WBT đều ở độ cao tương tự.


OPERA HOUSE STATION
GA NHÀ HÁT THÀNH PHỐ
U-140
2.00m
20 40 60 80
0.00
-5.00
-10.00
-15.00
-20.00
-25.00
-30.00
-35.00
-40.00
-45.00
-50.00
Z
h
H

Hình 3-2 Kết cấu nhà ga và hầm tại phía ga Nhà hát thành phố

Với Vs, (tốc độ cắt) lỗ khoan gần NHTP nhất (U-140) được xem xét.

Từ giá trị trên, kết quả đạt được như sau (Tham khảo chi tiết trong Phụ lục B)

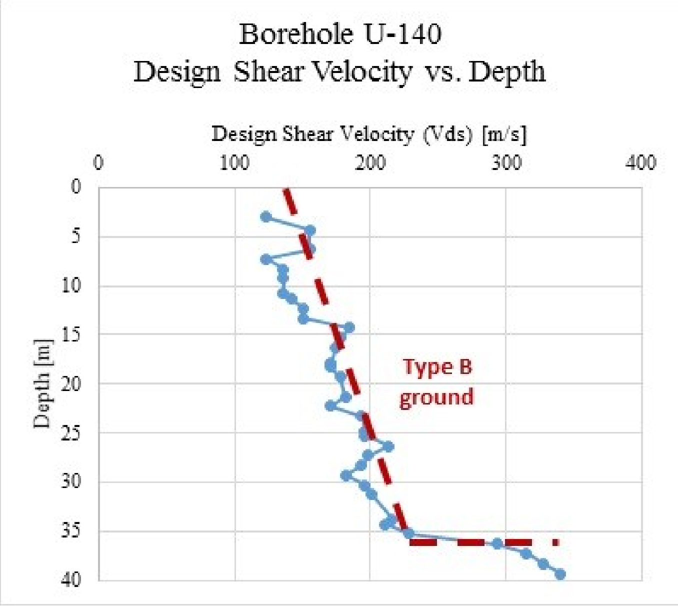
Uh(0) = 0.02204 m
Uh(h) = 0.01198 m
ΔU = 0.01006 m

Θ = 0.01893 degree

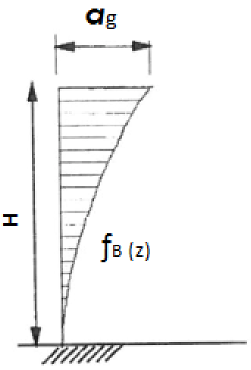
δ = 0.29 mm

Theo kết quả như trên, góc mở là rất nhỏ. Để so sánh, góc mở dựa trên tiêu chuẩn DSRSC-SD (2102) thể hiện như hình bên dưới.

Dựa trên tiêu chuẩn DSRSC-SD (2102), đất loại B liên quan đươọc thể hiện như hình bên dưới.



Hình 3-3 Tốc độ cắt thiết kế với Độ sâu cho đất nền của hầm loại B



Type B Ground
Design Lateral Displacement Amount in Vertical Direction

for Type B Ground:

$$f_B(z) = a_g\left\{1 - 1.446\left(\frac{z}{H}\right) + 0.517\left(\frac{z}{H}\right)^2 - 0.071\left(\frac{z}{H}\right)^3\right\}$$

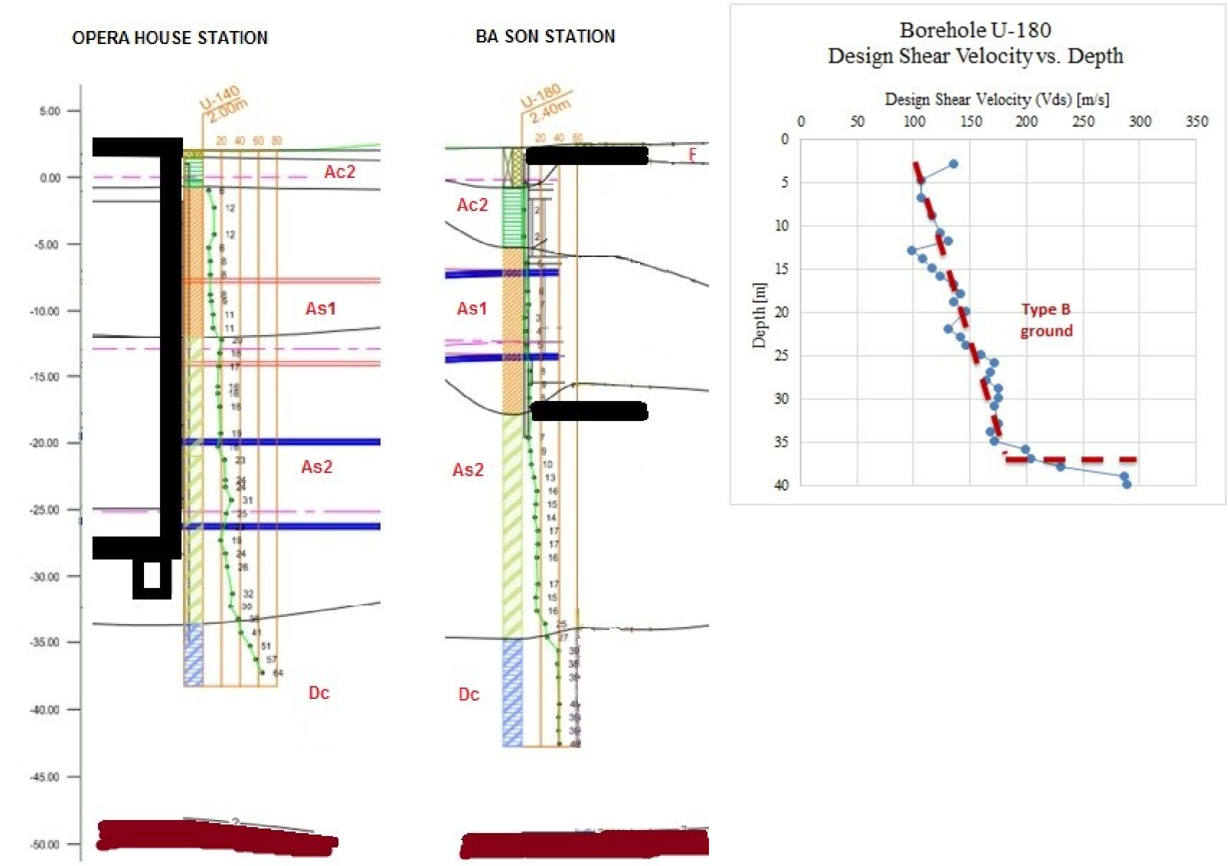
$a_g = 0.064 \times T_g^{2.1}$ (L1 Earthquake Motion)

a_g: maximum displacement at ground level
T_g: ground natural period

Tính toán chi tiết được thể hiện trong phụ lục B. Kết quả thể hiện bên dưới cho thấy cả 2 tiêu chuẩn đưa ra cùng một kết quả.

Độ truượt (DSRCSC) **δ = 0.29 mm**

Ngoài ra kiểm tra độ dốc cho kết nối trạm Ba Son cũng được kiểm tra và đưa ra trong Phụ lục B. Borehole U-180 được tính đến. Các điều kiện địa chất trong vùng lân cận gần của hai nhà ga rất giống nhau, do đó lượng trượt được trông đợi sẽ tương tự nhau cho hai nhà ga. Độ cao của đá cơ sở kỹ thuật cho cả hai nhà ga cũng tương tự nhau dựa trên dữ liệu điều tra đất và các hố khoan gần. Để tính toán lượng trượt dự kiến cho trạm Bason, loại đất theo DSRSC-SC đã được kiểm tra và vận tốc sóng cắt tính như minh họa trong hình 3-4.



[redacted]
[redacted]
[redacted]
[redacted]

Hình 3-4 Hố khoan của hai trạm và thiết kế tốc độ cắt và độ sâu cho loại B ở trạm Ba Son

Độ trượt ra (Ga Ba Son): **δ = 0.35 mm**

Chi tiết tính toán được cung cấp Phụ lục B.
Tính toán trượt ở trạm Ba Son lớn hơn khoảng 0,06 mm đối với nhà ga Opera House. Sự khác biệt về sự trượt khỏi hai nhà ga là không đáng kể so với quan điểm kỹ thuật. Độ trượt tại ga Ba Sơn được xem xét trong kiểm tra độ kín nước liên quan trong báo cáo này.

Ngoài kiểm tra ở trên là đủ theo các tiêu chuẩn có liên quan , độ mở rộng dựa trên phân tích địa chấn dọc được coi là một cách tiếp cận an toàn .

Liên quan đến phân tích địa chấn dọc theo DSRSC được tiến hành chi tiết trong Báo cáo thiết kế kỹ thuật vỏ hầm khoan - (TP.HCM - CP1b - TBM - CTD - 00.024 - C) Mục -11 và ét quả cho thấy phần mở rộng khớp nối cho phần đường hầm thay đổi từ 0.05mm ~ 0.06mm. Giá trị lớn hơn 0,06mm được xem xét trong thiết kế này.

Giá trị lớn nhất của độ trượt được xác định dựa trên tổng của trượt tính toán lớn nhất do hoạt động địa chấn (0,35mm tại ga Ba Sơn) và phần mở rộng kéo dài nhất cho phần đường hầm (0,06mm):

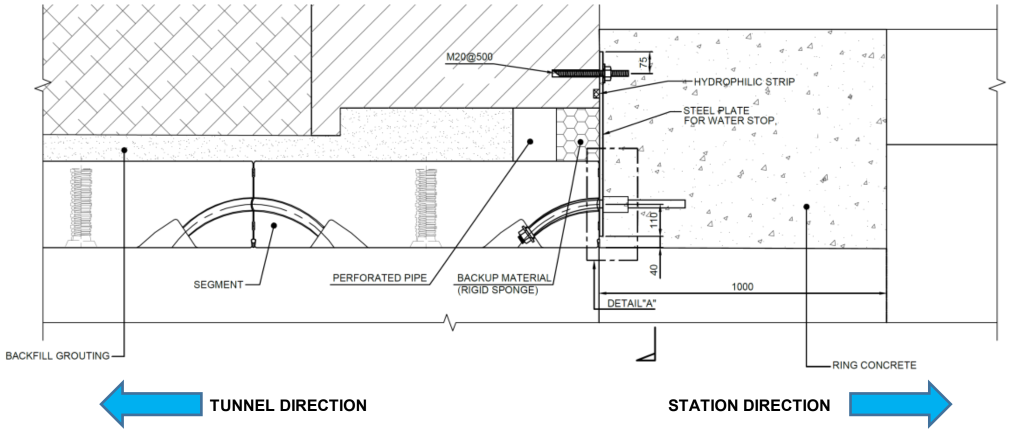
δ = 0.41 mm

3.1 Kết luận

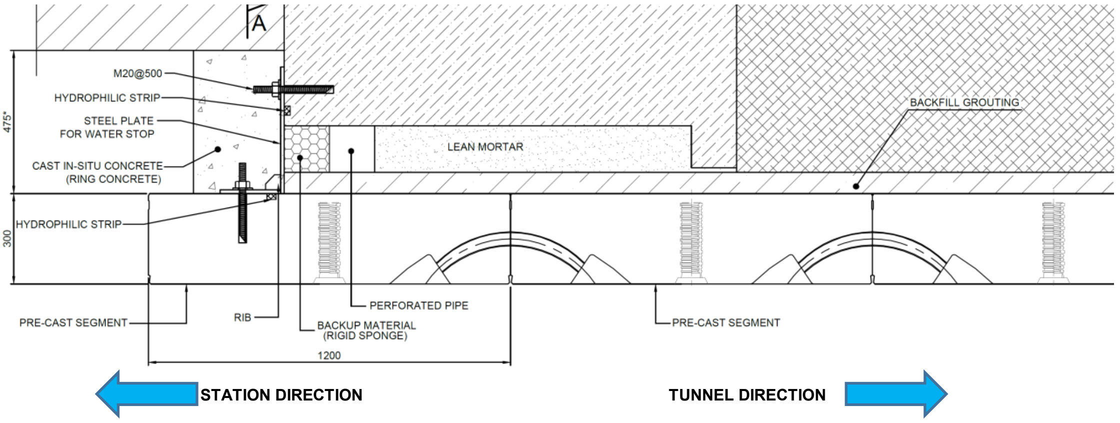
Từ kết quả trên có thể thấy rằng độ trượt tính toán được giữa hầm và kết nối nhà ga là rất nhỏ (0.41mm) và do đó không ảnh hưởng bất lợi và độ trượt hầm nằm trong dự kiến khi xảy ra động đất tại khu vực kết nối hầm và nhà ga (cho phép 6.3mm). Hơn nữa, tính toán góc mở (0.01893 độ) với độ trượt là rất nhỏ so với tính toán trong mặt cắt 6.

4 KẾT NỐI VỚI NHÀ GA

Đối với kết nối giữa đường hầm, đường hầm, các sắp xếp khác nhau đã được đề xuất cho việc lao phóng (Hình 4) và cho phía tiếp nhận (Hình 4 2) do khả năng xây dựng. Ở phía lao phóng, đốt đầu tiên được nối với đốt hầm bê tông đổ tại chỗ. Bê tông đổ tại chỗ được xây dựng sau khi vỏ hầm được lắp đặt, do đó việc đóng mở ban đầu (ví dụ 3mm cho dải hydrophilic) tại khớp nối vòng không phải được xem xét do trình tự xây dựng. Trong trường hợp phía tiếp nhận, bê tông đổ tại chỗ được đúc bên ngoài lớp vỏ hầm, xung quanh chu vi của lớp vỏ hầm. Trong cách sắp xếp này, ở phía tiếp nhận, độ mở rộng ban đầu tại mối đốt hầm có thể được xem xét để đảm bảo độ kín nước. Đối với cả hai kết nối, ít nhất một đốt hầm đầu tiên được coi là ngàm vào tường vây. Độ ngăn nước được đảm bảo bằng các dải ngăn nước và tấm thép như được trình bày.


M20@500
75
HYDROPHILIC STRIP
STEEL PLATE
FOR WATER STOP,
110
40
1000
SEGMENT
PERFORATED PIPE
BACKUP MATERIAL
(RIGID SPONGE)
DETAIL"A"
BACKFILL GROUTING
RING CONCRETE
TUNNEL DIRECTION
STATION DIRECTION

Hình 4-1 Kết nối đường hầm – Nhà ga – Phía lao phóng

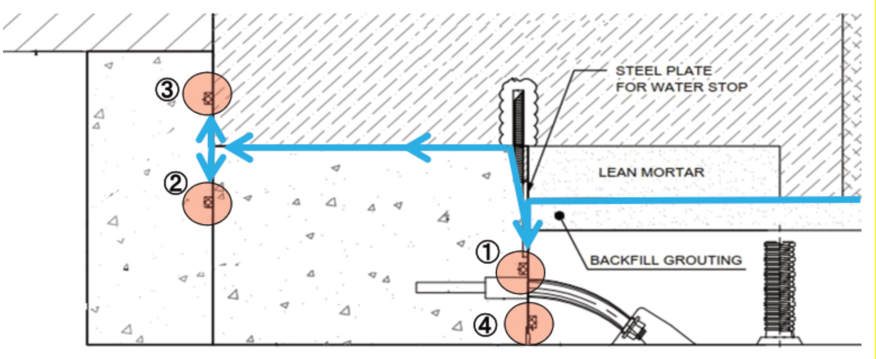

A
475*
M20@500
HYDROPHILIC STRIP
STEEL PLATE
FOR WATER STOP
CAST IN-SITU CONCRETE
(RING CONCRETE)
LEAN MORTAR
BACKFILL GROUTING
300
HYDROPHILIC STRIP
PRE-CAST SEGMENT
RIB
PERFORATED PIPE
BACKUP MATERIAL
(RIGID SPONGE)
PRE-CAST SEGMENT
1200
STATION DIRECTION
TUNNEL DIRECTION

Hình 4-2 Kết nối đường hầm – Nhà ga – Phía tiếp nhận

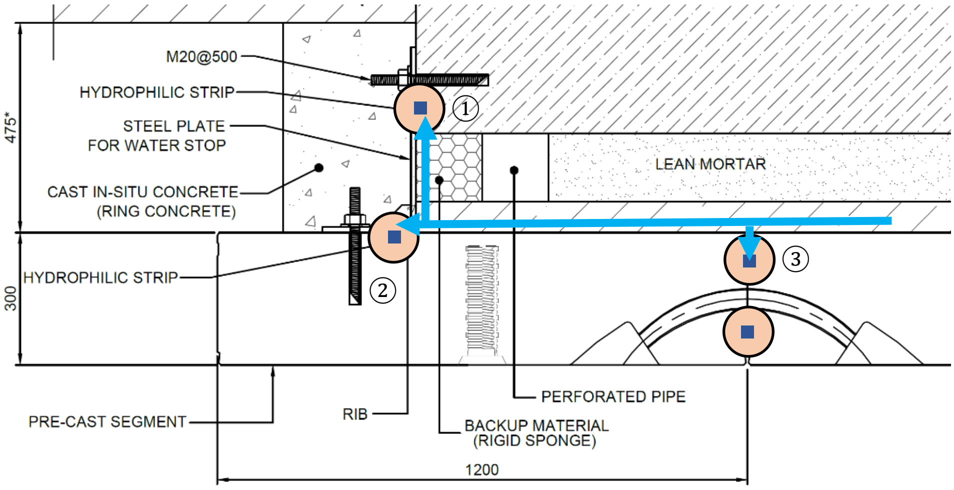
Do đó các bu lông có thể được gỡ bỏ sau khi hoàn thành các tấm lót. Theo đó, phần mối nối đã chốt với góc xoay lò xo được xem như mẫu kết nối giữa hầm và các nhà ga. Hình bên dưới thể hiện một kết nối có thể giữa hầm TBM và nhà ga.

5 ĐỘ KÍN NƯỚC TẠI KHU KẾT NỐI

Để tối đa hóa độ kín nước ở khu vực kết nối ga, các đường rò rỉ nước có thể được xem xét và các biện pháp đối phó cần thiết được xem xét như hình dưới đây. Dải hydrophilic nằm phù hợp để cung cấp độ kín nước cần thiết. Về độ kín nước tại khu vực kết nối, vui lòng xem Phần 3 và Phần 6 thể hiện độ trượt ra đã được tính toán và độ mở


③
②
STEEL PLATE
FOR WATER STOP
LEAN MORTAR
①
BACKFILL GROUTING
④

Hình 5 1 Các đường có thể có nước rò rỉ và Cung cấp độ kín nước (Phía lao phóng)


475*
300
M20@500
HYDROPHILIC STRIP
STEEL PLATE
FOR WATER STOP
CAST IN-SITU CONCRETE
(RING CONCRETE)
①
LEAN MORTAR
HYDROPHILIC STRIP
②
③
PERFORATED PIPE
PRE-CAST SEGMENT
RIB
BACKUP MATERIAL
(RIGID SPONGE)
1200

Hình 5 2 Các đường có thể có nước rò rỉ và Cung cấp độ kín nước (Phía tiếp nhận)

6 KHOẢNG HỞ PHÂN ĐOẠN VỎ HẦM CHO PHÉP TRONG ĐIỀU KIỆN DÀI HẠN

Trong Phần 5, các tuyến rò rỉ nước liên quan nhất được hiển thị. Sự mở rộng cho phép mở ra được xác định bởi các tiêu chuẩn về độ kín nước đối với dài hạn, dựa trên thiết kế kín nước. Chi tiết thiết kế kín nước được phân phối theo nguyên lý thiết kế tương tự được áp dụng trong trường hợp lớp lót đường hầm. Các tài liệu tham khảo được thông qua là

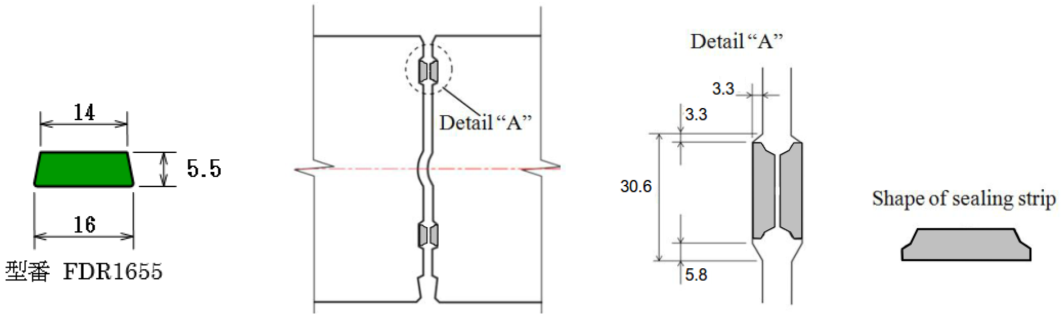
- "Đường hầm khoan - Lớp lót phân đoạn - Báo cáo thiết kế kỹ thuật" được trình chiếu dưới UMRTL1-CP1b-TBMS-CTS-CTD-00024-C; Và
- "Báo cáo thông báo thay đổi thiết kế (Đường hầm khoan - Công việc vĩnh viễn - Thay đổi hình dạng của đường kín nước)" được đệ trình theo UMRTL1-CP1b-CCTN-CTS-DCN-00062-A.

6.1 Kiểm tra thiết kế

Áp suất (Ps) bằng áp lực thao cao độ nước lũ: Ps = Pw = 0.287 MPa (Xem Báo cáo Thiết kế kỹ thuật Vỏ hầm TBM để biết thêm chi tiết). Theo thiết kế lớp vỏ hầm, kín nước được đề xuất đáp ứng được yêu cầu về độ kín nước khi thi công và sau khi thi công. Trong Phần này, giá trị độ mở được phép trong điều kiện dài hạn được tính toán dựa trên công suất của vật liệu kín nước.

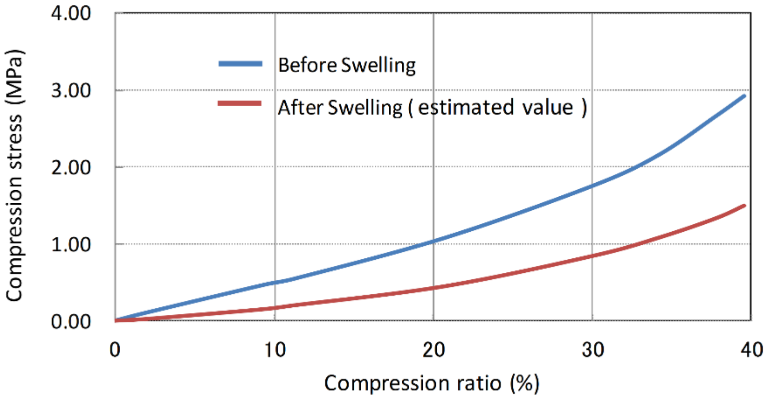
(1) Kiểm tra khả năng trám nước

Khe hở được chọn và kích thước dải trám cho thiết kế tấm lót hầm được thể hiện như bên dưới:



Hình 6-1 Khe hở và kích thước dải trám

Mối liên hệ giữa áp lực của dải trám thiết kế kín nước giữa các phân đoạn có thể được tính toán như hình 5-2.
Relation of contact stress of designed sealing strip against gap between segments can be calculated as per Hình 6-2.



Hình 6-2 Mối quan hệ giữa tỉ lệ nén và ứng suất nén của dải trám (từ danh mục của nhà sản xuất)

Tỉ lệ nén có thể tính toán như công thức bên dưới

Tỉ lệ nén (%) = $(T - 2d - \delta)/T$ x 100

Bảng 6-1 Ứng suất nén của dải trám

Khoảng cách giữa các phân đoạn (mm)	Tỉ lệ nén (%)	Ứng suất nén (MPa)	Ứng suất yêu cầu (MPa)
6.3	15.6%	0.30	0.287

Ứng suất nén của dải trám áp dụng phải thỏa mãn điều kiện trong Bảng 5-1.
Trong đó;
T; Độ dày tổng của dải trám (T = 10.6 mm)
D; Độ sâu đường rảnh lắp (d = 3.3 mm)

δ; Khoảng cách giữa các tấm lót (mm)

(1) Kiểm tra tỉ lệ nén thích hợp

Tỉ lệ nén ε trong khoảng cách 0mm giữa tấm lót là trường hợp nguy hiểm nhất và thỏa mãn điều kiện $\varepsilon 1$ (%) ≤ 40%:
Tỉ lệ $\varepsilon 1$ (%) = $(10.6 - 2 \times 3.3 - 0)/10.6$ x 100 = 37.7% ≤ 40%.

(2) Kiểm tra lắp ráp phân khúc

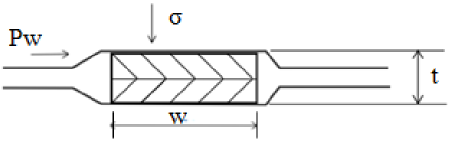
Tỉ lệ cho diện tích mặt cắt ngang (V1) và diện tích mặt cắt ngang của đường rãnh lắp (V_2)
$V_1 / V_2 = 84.8 / 85.97 = 0.986 \leq 1.0$

(3) Kiểm tra khả năng thích ứng với khoảng cách các phân đoạn

Tỉ lệ nén ε với khoảng cách các phân đoạn là 6.3 mm được tính toán từ độ dày dải trám sau khi nở nước (T') và ứng suất P_{s2}.

T' = T x $K^{1/n}$ = 10.6 x $3^{1/3}$ = 15.29 mm
K: Độ nở nước (K = 3),
n: Hướng mà dải trám có thể nở (Trong trường hợp nở không giới hạn, n=3)
Tỉ lệ nén ε_2 = $(15.29 - 2 \times 3.3 - 6.3)/15.29$ x 100 = 15.62%
P_{s2} = 0.30 MPa > P_w = 0.287 MPa đã được tính toán và thỏa mãn điều kiện trám.

(4) Kiểm tra khả năng trám chống lại khoảng bù



Pw: Water pressure (MPa)
t : Thickness of sealing strip (mm)
σ : Compression stress of sealing strip (MPa)
W : Width of sealing strip (mm)

Hình 6-3 Độ rộng hữu hiệu của dải trám

Mối quan hệ giữa lực do áp lực nước F trên độ dài dải trám 1cm và lực nén của dải trám M được tính trong công thức sau. Trong trường hợp F<M, có thể ngăn nước và trường hợp F>M, nước có thể dò rỉ.

F = Pw x t/2 … (4)

F: Force by water pressure (MPa)
Pw: Water pressure (MPa)
t: Thickness of sealing strip (mm)

M = σ x W x μ … (5)

M: Compression force of sealing strip (N/mm)
σ: Compression stress of sealing strip (MPa)
W: Width of sealing strip (mm)
μ: Friction coefficient

Do đó chiều rộng tối thiểu của dải trám để ngăn nước được mong đợi là 6.3mm khoảng cách giữa các phân đoạn có thể được tính theo (4) và (5). Việc tính toán được hiển thị dưới đây:

Ps = 0.287MPa, tỉ lệ ma sát μ = 0.5 và ứng suất nén của dải trám σ là 0.30MPa.
∴ Chiều rộng tối thiểu của dải trám W= 12.3mm.

Độ rộng của dải trám sau khi nở nước là W' =WxKx$1^{(1/n)}$ trong đó K là độ nở nước (K=3), n là phương mà dải trám có thể nở (n=3): W ' = 14x$3^{1/3}$=20.2mm.

Xem xét khoảng bù 5mm, độ rộng nhỏ nhất của dải trám là 12.3+5=17.3mm < 20.2mm

Do đó tất cả ba trường hợp trên thỏa mãn kích thước dải trám như thể hiện trong Bảng 5-2

Bảng 6-2 Tóm tắt khả năng trám khoản bù

Khoảng cách (mm)	Độ rộng dải trám theo phương dải trám(mm)	Độ rộng nhỏ nhất cho phép (mm)	Quyết định
6.3	20.2*	17.3	Đạt

* Độ rộng của dải trám sau khi nở nước W’

Bảng 6-3 Tóm tắt thiết kế dải trám

Khoảng cách (mm)	Độ rộng dải trám theo phương dải trám(mm)	Độ rộng nhỏ nhất cho phép (mm)	Quyết định	Khoảng cách (mm)
6.3	15.29	0.30	0.287	Đạt

Độ mở tối đa cho phép được xác định tại kết nối giữa đường hầm và ga tương tự như trên lớp vỏ hầm: 6,3 mm nói chung (không có tiêu chuẩn mở ban đầu như vị trí ② trong Hình 5-1) và 3,3 mm trong trường hợp đầu độ mở đầu tiên 3,0 mm (giữa các vỏ hầm). Góc uốn cho phép đã được xác định dựa trên các nguyên tắc có trong Phần 7.2; Góc uốn cho phép tối đa có liên quan đến các khe 6,3 mm, và 3,3 mm là 0,05456 độ. Và 0.02858 deg.

7 TÍNH TOÁN ĐỘ LÚN KHÁC NHAU CHO PHÉP ỨNG VỚI KHOẢNG HỞ CHO PHÉP

Trong báo cáo "TIẾP CẬN THIẾT KẾ CHO TÁC ĐỘNG LÚN DÀI HẠN VÀO HỢP ĐỒNG GÓI CP1b - HẦM KHOAN ", Doc. No .: HCMC-CP1b-RPT-0200-D các báo cáo sau đây ảnh hưởng đến việc đánh giá này đã được kết luận:

Phần 4 - Trang 12:

"Tiếp theo, trong thời gian dài, lún cố kết tiếp tục trong đất bao gồm các tầng nước ngầm bị giới hạn, các 'lớp sét cứng Dc ' sẽ lún dần dần cùng với các loại đất ở trên nó. Điều này có nghĩa rằng tất cả các nhà ga và đường hầm sẽ tiếp tục lún với tốc độ gần bằng nhau.
Do đó, ngay cả khi lún mặt của mặt đất vẫn tiếp tục, lún lệch sẽ không ảnh hưởng tới các nhà ga và đường hầm. "

Phần 5 - Trang 12:

"Giải quyết lún lệch và kết nối đặc biệt tại điểm kết nối
... Tất cả các nhà ga và đường hầm, cũng như các cấu trúc xung quanh, sẽ tiếp tục lún nhưng cùng nhau ở mức tương tự. Điều này có nghĩa rằng ngay cả khi lún dài hạn hiện nay vẫn tiếp tục trong suốt thời gian thiết kế của dự án, lún khác biệt giữa các nhà và đường hầm dự kiến sẽ là khá nhỏ. "

Phần 6 (Kết luận) - Page 13:

"Có thể kết luận rằng tiếp tục lún quan sát thấy lún của mặt đất sẽ không gây ra giải quyết khác biệt đáng kể giữa các nhà ga và đường hầm, và trong thực tế, không có bằng chứng để chỉ ra rằng giải quyết khác biệt giữa các trạm và đường hầm này sẽ xảy ra trong tương lai. "

Vì nó có thể được nhìn thấy từ báo cáo lún nói trên, mà không nên giải quyết khác biệt không thể chấp nhận ảnh hưởng tới các nhà ga và đường hầm và thậm chí giải quyết sẽ xảy ra trong tương lai, đó sẽ là ở mức tương tự cho các nhà ga và đường hầm.

Theo kết luận của báo cáo trên, nhà thầu chính dự kiến sẽ là 2,0 mm (Trang 12 của 18), và hợp nhất thứ cấp được tính là 6,8 mm (Trang 5 của 18). Trong báo cáo này, cách giải quyết khác biệt là 15 mm được áp dụng.

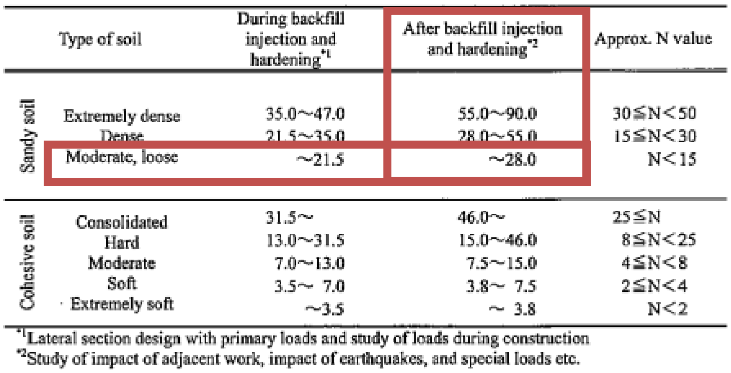
Để xác định độ lún lớn nhất cho phép ở đường hầm, mô hình dầm lò xo được thiết lập dọc theo suốt độ dài 780m từ Ga Ba Son đến Ga Nhà Hát Thành Phố.Một mô hình dựa trên JSCE đã được chấp nhận trong phân tích theo chiều dọc này, sử dụng độ cứng dầm tương đương (EA_{eq},EI_{eq}, GA_{eq}); Các dầm đang được hỗ trợ bởi các lò xo dọc theo vỏ hầm; Cả hai kết nối khớp và cố định được đánh giá tại các kết nối đường hầm và nhà ga.

7.1 Thiết lập mô hình

7.1.1 Lò xo đất

Cường độ lò xo đất vuông góc với hướng trục kgv (kN/m3) được xác định bằng cách sử dụng giá trị trong bảng DSRSC-ST (Xem Bảng 2-1, Giá trị của Hệ số phản lực đất x Bán kính hầm (DSRSC-ST)). Lò xo đất theo phương trục giá trị kgu được tính bằng 1/3 giá trị lò xo phương đứng (Tiêu chuẩn kỹ thuật đường hầm (JSCE), 2006: Hầm khiên đào).

Bảng 7-1 Value of Soil Reaction Coefficient x Tunnel Radius (DSRSC-ST)



	Type of soil	During backfill injection and hardening[*1]	After backfill injection and hardening[*2]	Approx. N value
Sandy soil	Extremely dense	35.0～47.0	55.0～90.0	30≦N<50
	Dense	21.5～35.0	28.0～55.0	15≦N<30
	Moderate, loose	～21.5	～28.0	N<15
Cohesive soil	Consolidated	31.5～	46.0～	25≦N
	Hard	13.0～31.5	15.0～46.0	8≦N<25
	Moderate	7.0～13.0	7.5～15.0	4≦N<8
	Soft	3.5～ 7.0	3.8～ 7.5	2≦N<4
	Extremely soft	～3.5	～ 3.8	N<2

[*1] Lateral section design with primary loads and study of loads during construction

[*2] Study of impact of adjacent work, impact of earthquakes, and special loads etc.

Bảng 7-2 Lò xo đất cho mô hình kết cấu

	Value
Lò xo đất x Bán kính hầm (từ bảng DSRSC-ST) : k x R_c (kN/m^2)	28000
Lò xo đất vuông góc với phương trục: k_r (kN/m^3)	8819
Lò xo đất cùng phương trục: $k_{gu} = k_r / 3$ (kN/m^3)	17638
Lò xo đất vuông góc với phương trục x Bán kính hầm: $k_r \times D_c$ (kN/m^2)	56000
Lò xo đất cùng phương trục x Bán kính hầm: $k_{gu} \times D_c$ (kN/m^2)	18667

*Bán kính hầm Dc = 6.35m

7.1.2 Đặc trưng dầm cứng tương đương

Trong báo cáo này, hai điều kiện được đánh giá: khi giá trị độ cứng lò xo xoay tại kết nối đường hầm- nhà ga là tối thiểu (liên kết chốt) và khi nó là tối đa (liên kết cố định). Giá trị độ mở được tính toán và góc uốn liên quan đến các điều kiện liên kết chốt và liên kết cố định được so sánh với sự cho phép mở (xem Bảng 7 3), được lấy ra dựa trên Phần 3 và Phần 6. Các tiêu chí thiết kế do sai khác được tính là giá trị cho phép tối đa trừ đi do trượt (ví dụ 3.3mm - 0.41mm = 2.89mm).

Bảng 7-3 Opening and Flexion Angle Design Criteria Tiêu chuẩn Thiết kế độ mở và góc mở

Tham số	Tiêu chí thiết kế (do trượt và lún)	Các tiêu chí thiết kế chỉ để giải quyết lún lệch
Độ mở cho phép (mm)	3.3mm	2.89 mm
Góc mở (deg)	0.02858 deg	0.02502 deg

7.1.3 Thuộc tính Độ cứng dầm tương đương

Đặc tính tương đương của dầm cứng (EA_{eq},EI_{eq}, GA_{eq}) được xác định như Mục 6.2, Thư viện hầm 23, Thiết kế Phân đoạn cho hầm khoan, JSCE.

Độ cứng nén tương đương $(EA)^c_{eq}$:

$$(EA)^c_{eq} = E_c A$$

Trong đó E_c là mô đun đàn hồi của bê tông, và A là diện tích mặt cắt ngang của phân đoạn vỏ hầm.

Độ cứng chịu kéo tương đương $(EA)^T_{eq}$:

$$(EA)^T_{eq} = \frac{E_c A}{1 + \frac{E_c A}{K_j b}}$$

Trong đó k_j là tổng độ cứng của các bulong tại mối nối vỏ hầm. k_j được xác định bởi:

$$k_j = n\frac{E_b A_b}{L_b}$$

Trong đó *n* là số lượng bu lông, E_b là mô đun đàn hồi của bu lông, A_b là diện tích của bu long và L_b là chiều dài mở rộng của bulong và b là chiều dài của một phân đoạn vỏ hầm.

Độ cứng mô-men uốn tương đương $(EI)_{eq}$:

$$(EI)_{eq} = \frac{\cos^3\phi}{\cos\phi + (\pi/2 + \phi)\sin\phi} E_c I$$

Trong đó ϕ là góc giữa trục hầm và trục 0, I is mô men quán tính của diện tích mặt cắt ngang của phân đoạn vỏ hầm.

Góc giữa trục hầm và trục 0 được tính : $\phi + \cot\phi = \pi\left(\frac{1}{2} + \frac{K_j}{E_c A/b}\right)$.

Bảng 7-4 Đặc tính của dầm cứng tương đương trong mô hình này

Đặc tính	Giá trị
$(EA)^C_{eq}$	2.33×10^8 kN
$(EA)^T_{eq}$	4.10×10^6 kN
$(EI)_{eq}$	5.51×10^7 kNm2

7.1.4 Thiết lập tải trọng tương ứng với độ lún

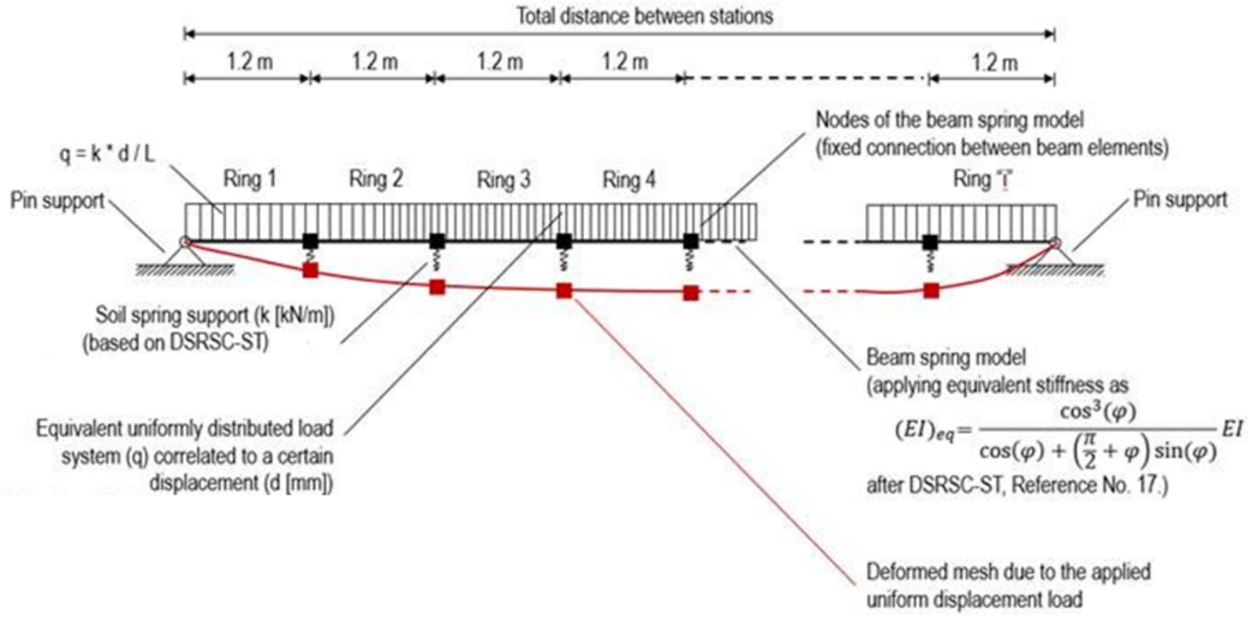
Tải áp dụng lên dầm tương quan với độ chuyển vị cao độ hầm.

Giá trị tải tương đương thể hiện trong Bảng 6-4. Nội lực tương ứng được tính như sau:

$$F = k \times s;$$

Trong đó s là độ chuyển vị theo chiều thẳng đứng của hầm và k là hệ số lò xo đất. Tải trọng tương đương liên quan đến việc giải quyết khác biệt 15.0mm được tính là 840 kN / m.

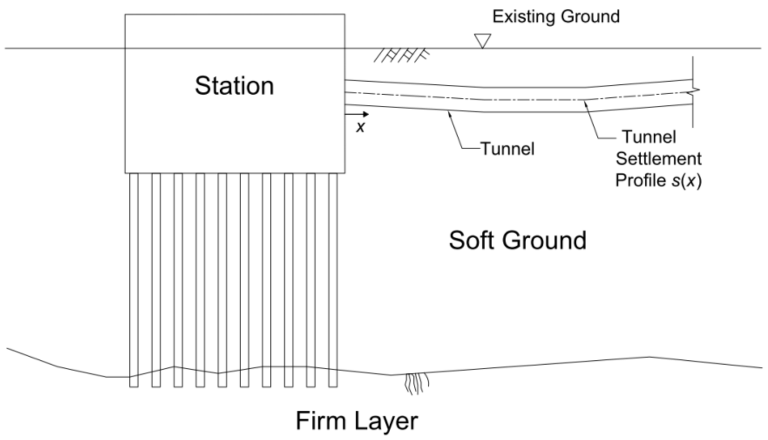
Tải trọng phân phối đồng nhất như thể hiện trong Hình 7-1.


Total distance between stations
1.2 m
1.2 m
1.2 m
1.2 m
1.2 m
q = k * d / L
Pin support
Ring 1
Ring 2
Ring 3
Ring 4
Nodes of the beam spring model
(fixed connection between beam elements)
Ring 'i'
Pin support
Soil spring support (k [kN/m])
(based on DSRSC-ST)
Equivalent uniformly distributed load
system (q) correlated to a certain
displacement (d [mm])
Beam spring model
(applying equivalent stiffness as
$(EI)_{eq} = \frac{\cos^3(\varphi)}{\cos(\varphi) + \left(\frac{\pi}{2} + \varphi\right)\sin(\varphi)} EI$
after DSRSC-ST, Reference No. 17.)
Deformed mesh due to the applied
uniform displacement load

Hình 7-1 Mẫu mô hình phân tích theo chiều dọc

7.2 Tiến trình kiểm tra Khoảng hở vòng dựa vào phân tích theo chiều dọc

Đồ thị độ lún hầm tính được từ mô hình kết cấu theo chiều dọc SAP2000. Lấy $s(x)$ là hàm tính độ lún tại khoảng cách x bất kỳ từ một điểm cuối đường hầm.


Existing Ground
Station
x
Tunnel
Tunnel
Settlement
Profile s(x)
Soft Ground
Firm Layer

Hình 7-2 Sơ đồ bố trí Hầm – Nhà ga

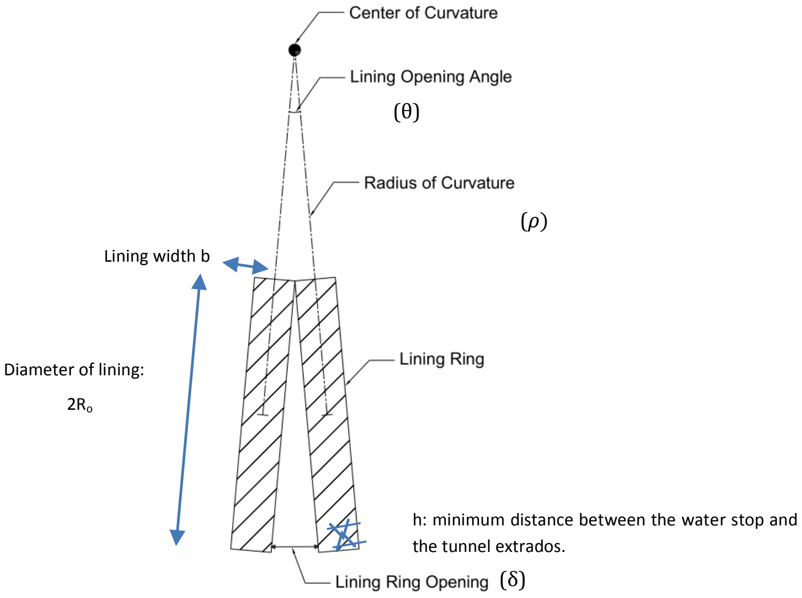
Hình 6-2 cho thấy cách bố trí của hộp nhà ga trên nền móng cọc. Các cọc được ngàm vào một lớp móng vững chắc. Sau khi xác định mặt cắt lún hầm, các khoảng hở khe nối phân đoạn cần được tính với các bước sau đây.

Xác định hàm của bán kính cong $\rho(x)$ theo $s(x)$,

$$\rho(x) = \frac{1}{s''(x)} \quad (1a)$$

$$s''(x) = \frac{d^2 s(x)}{dx^2} \tag{1b}$$

Xác định góc của khoảng hở vỏ hầm θ giữa hai vòng hầm theo bán kính cong và độ rộng của vòng hầm b bởi phương trình 2.


Center of Curvature
Lining Opening Angle
(θ)
Radius of Curvature
(ρ)
Lining width b
Diameter of lining:
2R₀
Lining Ring
h: minimum distance between the water stop and
the tunnel extrados.
Lining Ring Opening (δ)

Hình 7-3 Hình khoảng hở phân đoạn vỏ.

$$\theta(x) = 2\sin^{-1}\frac{b}{2\rho(x)} \tag{2}$$

Xác định độ rộng khoảng hở phân đoạn vỏ hầm δ với bán kính ngoài của phân đoạn vỏ $\mathrm{R_o}$ và khoảng cách nhỏ nhất giữa trạm ngắt nước và lưng vòm hầm h.

$$\delta(x) = (2R_o - h)\theta(x) \tag{3}$$

Kết hợp phương trình 1, 2 và 3, khoảng hở phân đoạn vỏ tại khoảng cách x bất kỳ từ nhà ga

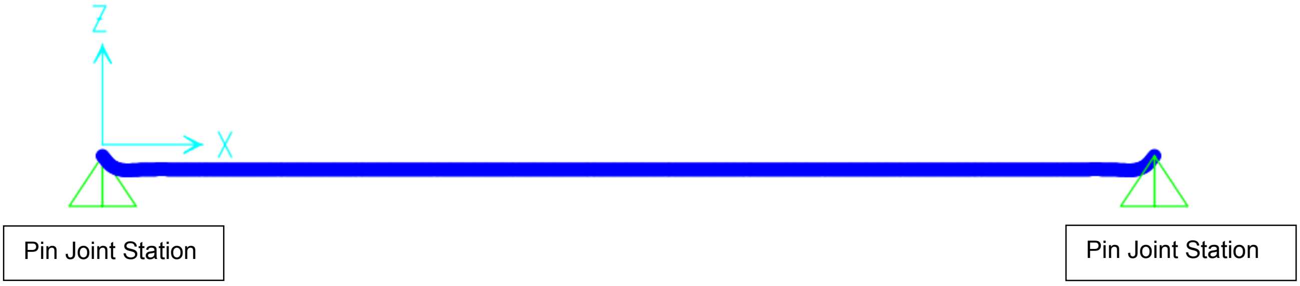
$$\delta(x) = 2(2R_o - h)\sin^{-1}\left(\frac{b}{2}s''(x)\right) \tag{4}$$

Độ cong của đường hầm về cơ bản lớn nhất dọc theo đoạn tiếp giáp với nhà ga tới một đoạn nào đó, ví dụ 10m~20m đầu tiên từ nhà ga. Độ cong lớn nhất dẫn tới khoảng mở phân đoạn lớn nhất ảnh hưởng tới độ kín nước của đường hầm.

7.3 Kết quả Khoảng hở dựa vào phân tích theo chiều dọc

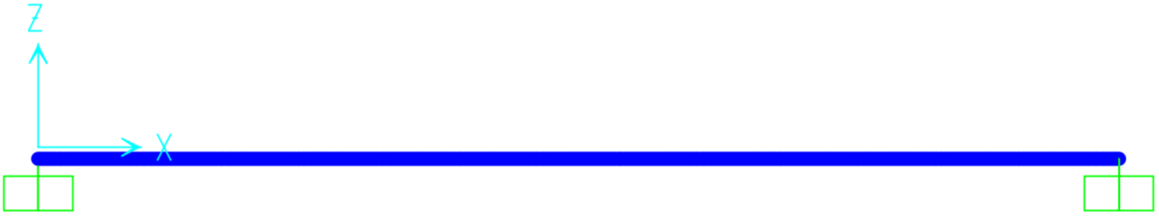
7.3.1 Kết quả Khoảng hở và độ chuyển vị

Ví dụ về mô hình dich chuyển theo chiều dọc trích dẫn từ SAP200 được thể hiện như trong Hình 6-4.



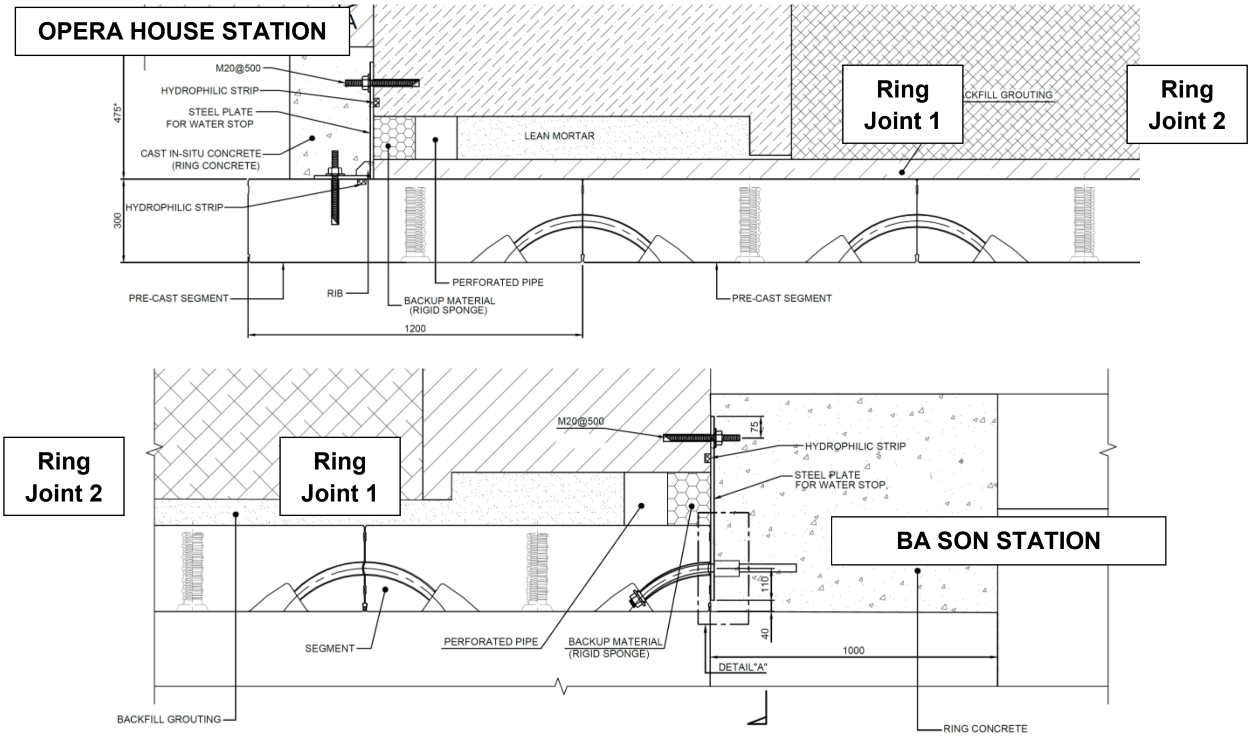
Hình 7-4 Mô hình theo chiều dọc

Sử dụng tính toán độ lún, tính toán Khoảng hở tại vị trí dải cao su thấm nước. Đồ thị trong các hình 6-5 đến 6-9 thể hiện độ lún, Khoảng hở phân đoạn vỏ hầm dọc theo hầm giữa các nhà ga.

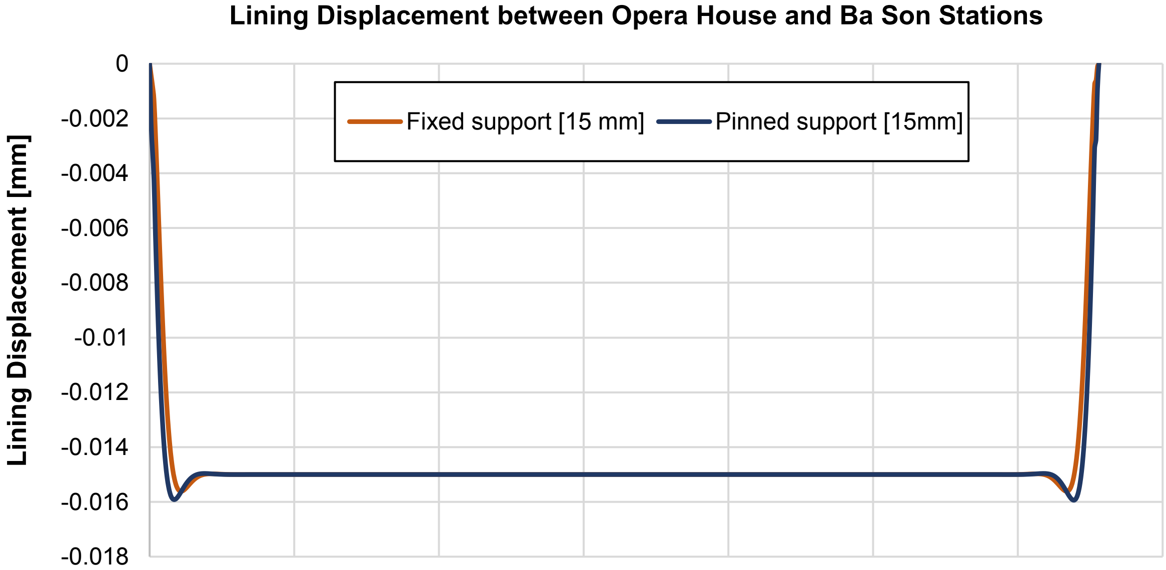


Hình 7-5 Mô hình theo chiều dọc theo liên kết chốt

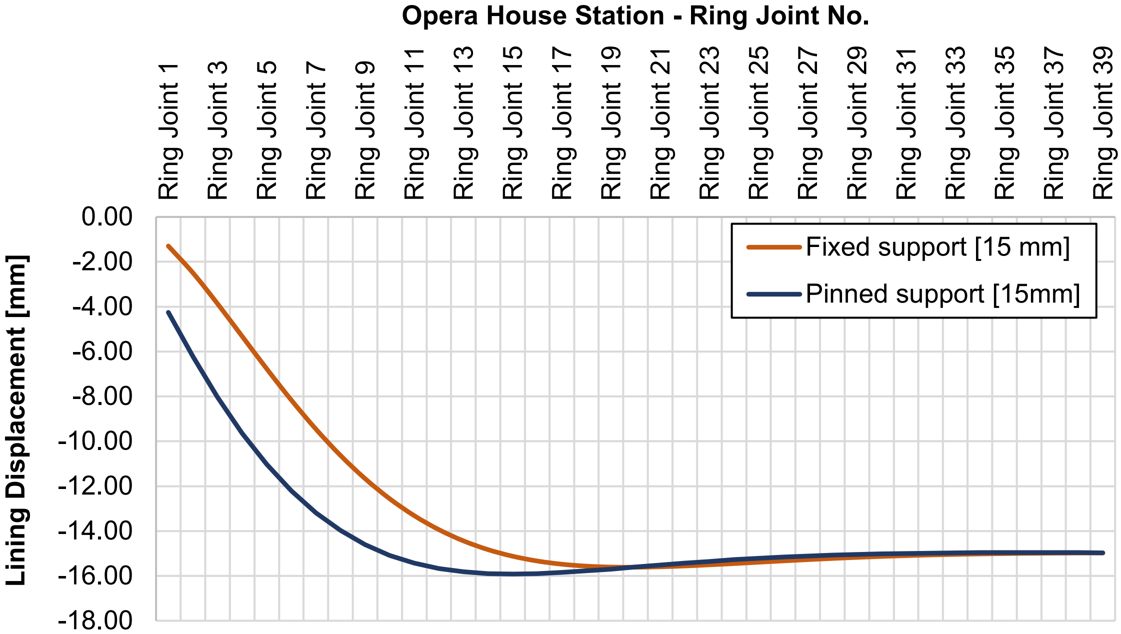
Độ mở tại dải ưa nước đã được tính toán tương ứng với tải trọng lún lệch 15,0 mm và đã được so sánh với các tiêu chí thiết kế. Chỉ tiêu thiết kế chỉ tương ứng với tải lún lệch khác nhau. Hình 7 6 xác định việc đánh số các mối nối vòng trong báo cáo này liên quan đến Hình 7 8 đến Hình 7 13. Hình 7 7 thể hiện sự dịch chuyển theo chiều dọc của đường hầm giữa ga Opera House và Ba Son. Hình 7 8 và Hình 7 9 thể hiện sự dịch chuyển ở gần các trạm, Hình 7 10 và Hình 7 11 cho thấy các góc uốn tính toán liên quan đến tải dịch chuyển 15,0 mm, Hình 7 12 và Hình 7 13 cho thấy các giá trị mở được tính toán Liên quan đến tải trọng 15,0 mm.


OPERA HOUSE STATION
M20@500
HYDROPHILIC STRIP
STEEL PLATE FOR WATER STOP
CAST IN-SITU CONCRETE (RING CONCRETE)
475*
300
HYDROPHILIC STRIP
LEAN MORTAR
Ring Joint 1
CKFILL GROUTING
Ring Joint 2
PERFORATED PIPE
PRE-CAST SEGMENT
RIB
BACKUP MATERIAL (RIGID SPONGE)
PRE-CAST SEGMENT
1200
Ring Joint 2
Ring Joint 1
M20@500
75
HYDROPHILIC STRIP
STEEL PLATE FOR WATER STOP
BA SON STATION
110
40
SEGMENT
PERFORATED PIPE
BACKUP MATERIAL (RIGID SPONGE)
1000
DETAIL"A"
BACKFILL GROUTING
RING CONCRETE

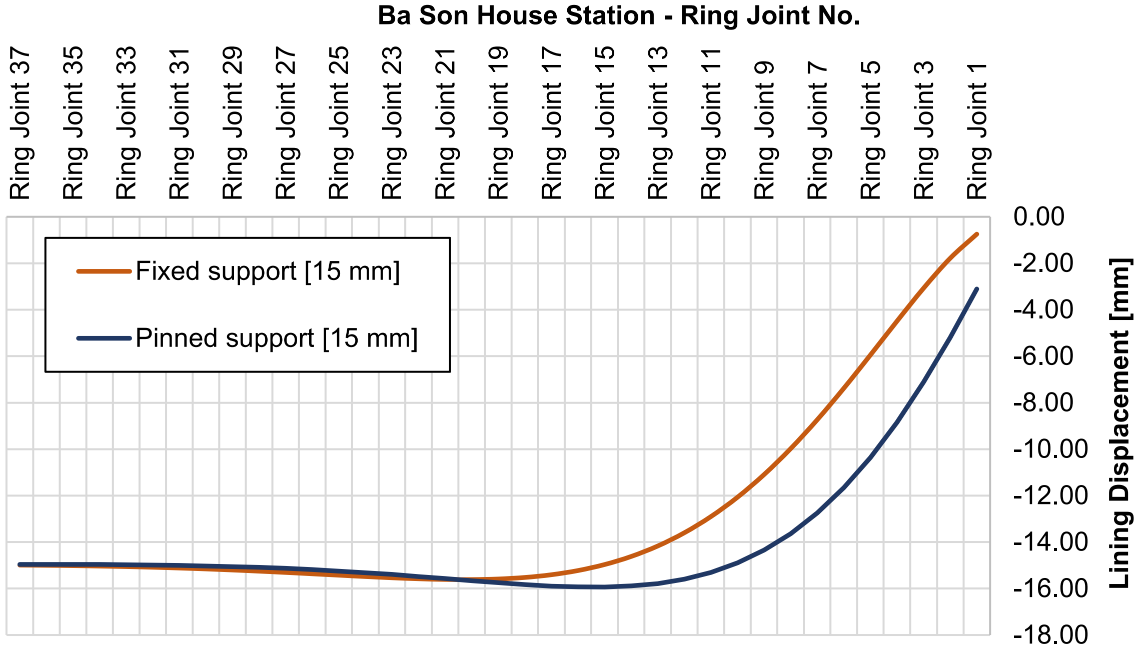
Hình 7-4 Đánh số các mối nối đốt hầm trong khoảng cách gần ga Nhà hát lớn và ga Ba Son



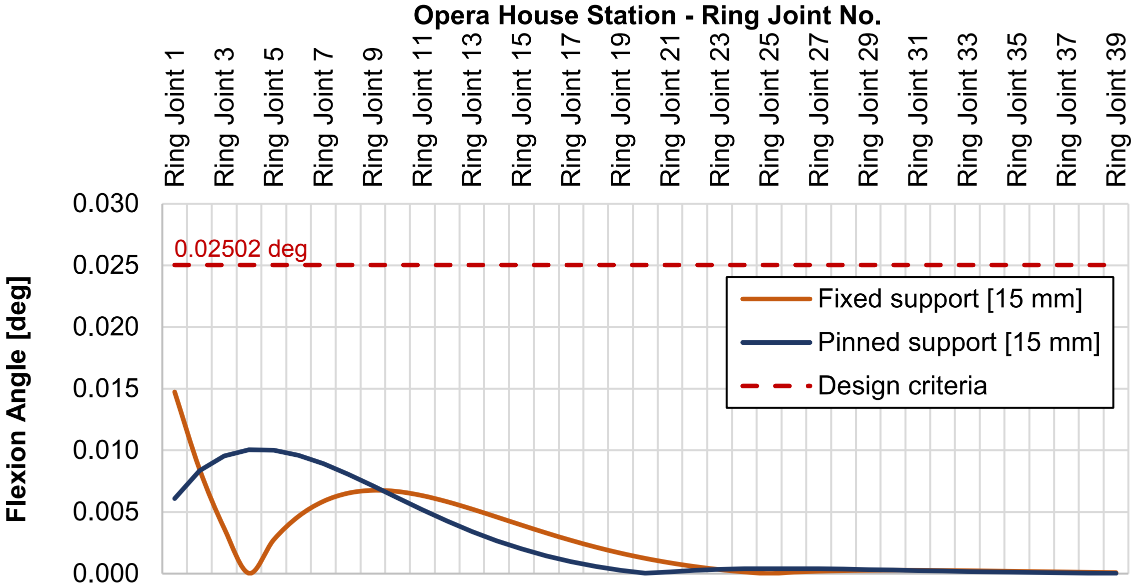
Hình 7-5 Chuyển vị dọc đường hầm



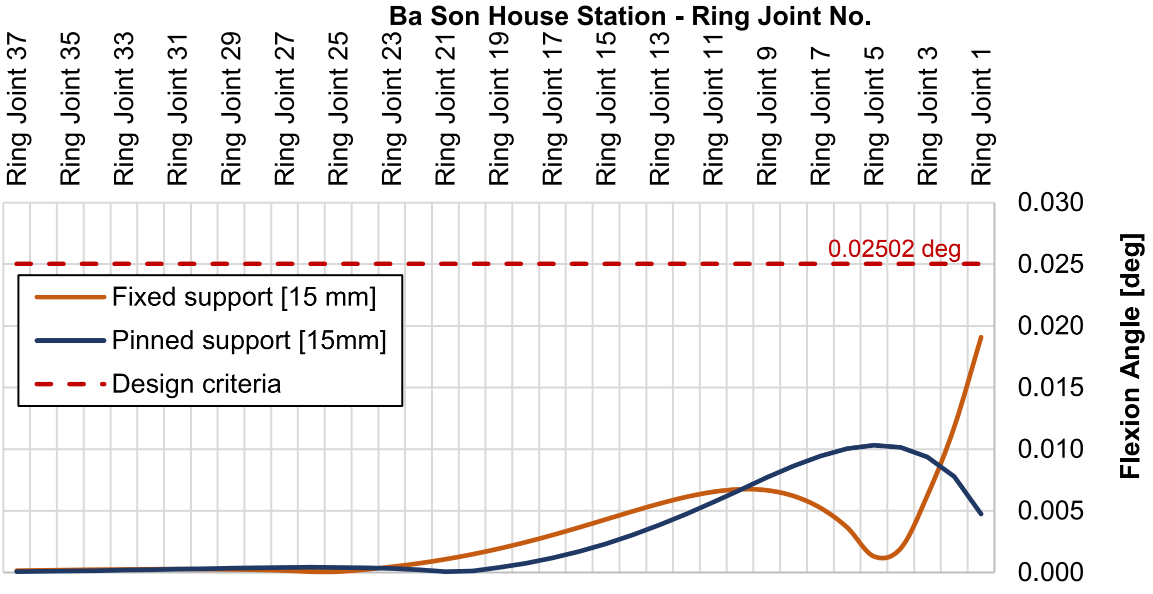
Hình 7-6 Chuyển vị dọc gần nhà ga Nhà Hát



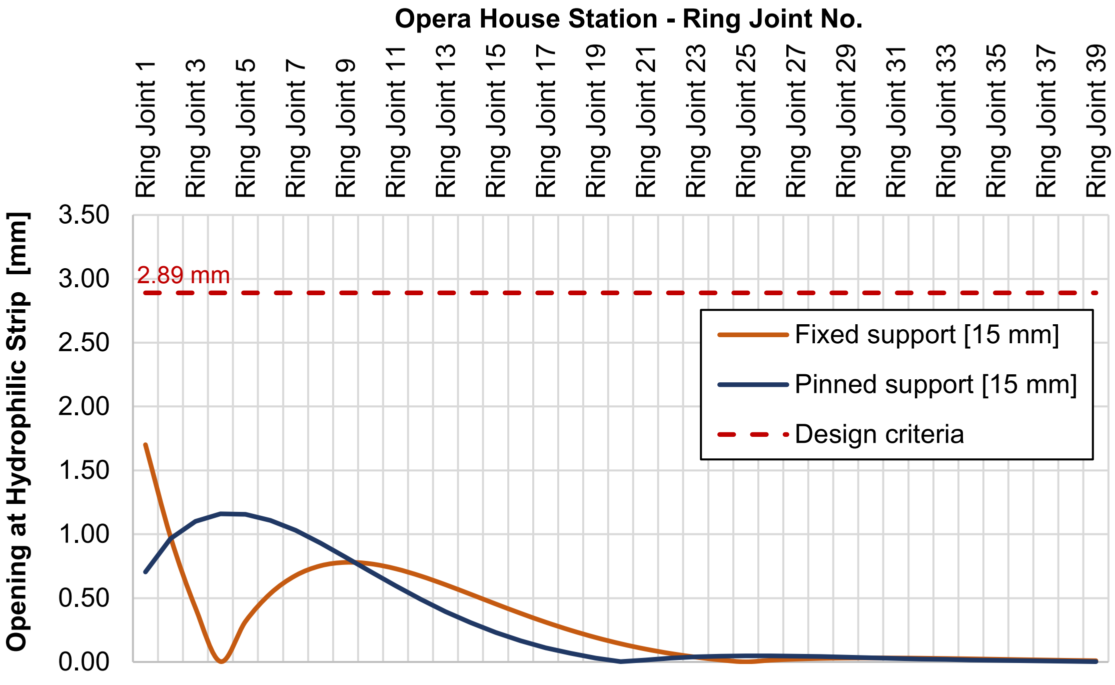
Hình 7-7 Chuyển vị dọc gần nhà ga Ba Son



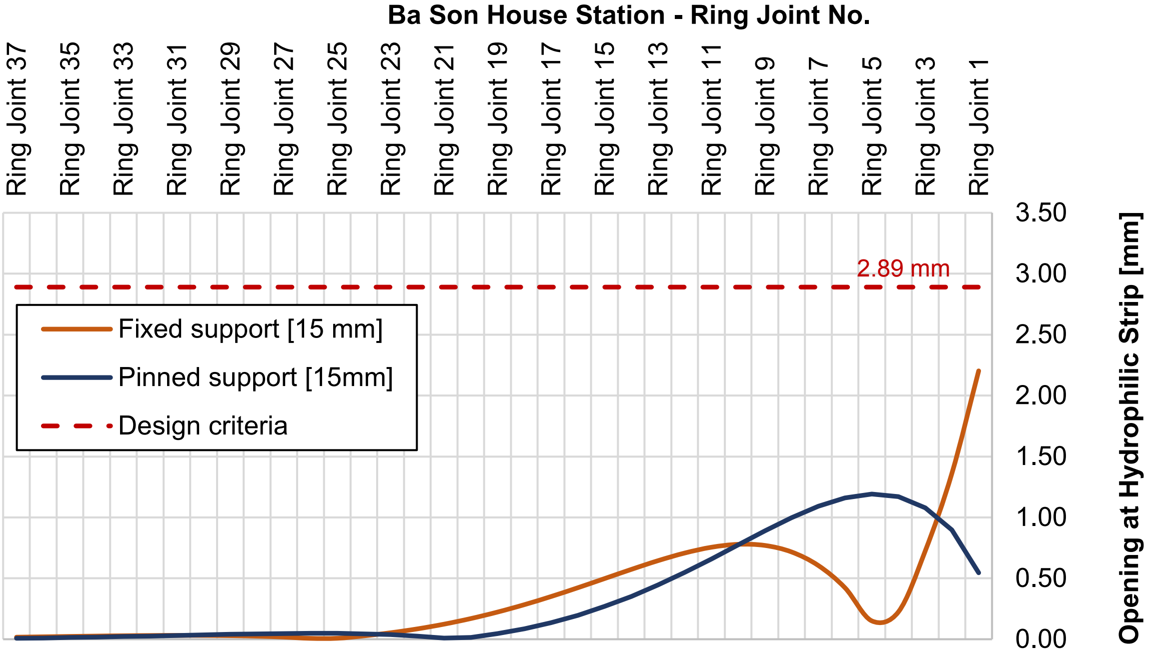
Hình 7-8 Góc xoay – Ga Nhà Hát



Hình 7-11 Góc xoay – Ga Ba Son



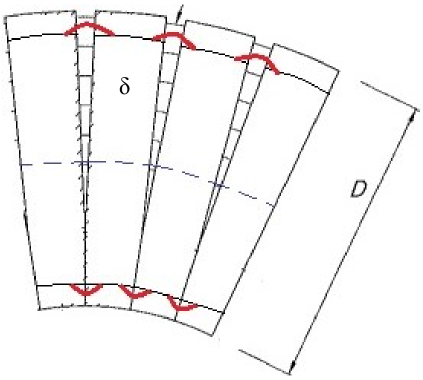
Hình 7-9 Độ mở tại dãi ngăn nước – Ga Nhà Hát



Hình 7-13 Độ mở tại dãi ngăn nước – Ga Ba Son

7.4 Khả năng chịu lực bu lông ở các khớp chịu kéo gây ra bởi động mở rộng cho phép của vỏ hầm

Cường độ của bu lông được đánh giá dựa trên độ mở vòng tối đa cho phép (6,3 mm) trong dài hạn (độ kín nước). Để tính toán việc mở cửa cho phép, vui lòng xem Mục 6 của báo cáo này.

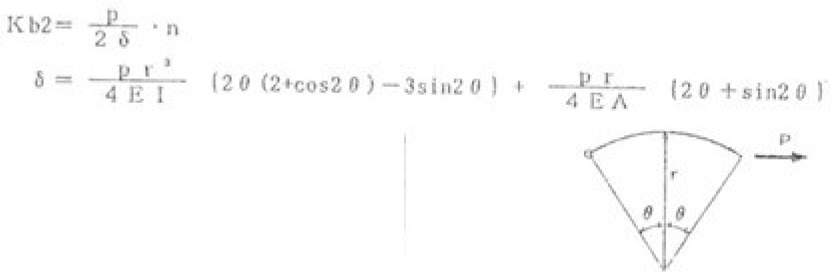


Hình 7 14 khớp Ring và δ mở phép dài hạn tối đa (δ = 6,3 mm)

Bảng 7 6 Đặc tính bu lông

Bolt	Grade	Effective area [mm2]	Inertia [mm4]	Allowable tensile stress [MPa]	Allowable yield stress [MPa]	Ultimate tensile stress [MPa]
M27	8.8	459	26087	290	660	800

Bu lông được tóm tắt trong Bảng 7 6. Đối với các bu lông cong, kéo dài , trong trường hợp lực căng tác động lên các bu lông, có thể được tính toán dựa trên các phương trình cho như dưới đây. phương trình này được áp dụng cho các ứng dụng bu lông cong và được đưa ra trong tài liệu tham khảo như vỏ hầm KL của tập đoàn Hazama.



$$Kb2 = \frac{p}{2\delta} \cdot n$$

$$\delta = \frac{pr^3}{4EI}(2\theta(2+\cos 2\theta)-3\sin 2\theta) + \frac{pr}{4EA}(2\theta+\sin 2\theta)$$

$$\delta = \frac{pr^3}{4EI}(2\theta(2+\cos 2\theta)-3\sin 2\theta)+\frac{pr}{4EA}(2\theta+\sin 2\theta)$$

trong đó p là lực kéo tác động lên các bu lông, r là bán kính của đường cong bolt, E là môđun của bolt (210 GPa), I là tôi là mô men quán tính của bu lông, A là diện tích hiệu quả của bu lông trong căng thẳng , θ là góc giữa tia cong. Để tính toán căng thẳng tia dưới điều kiện khi mở dài hạn tối đa cho phép đo , phương trình trình bày ở trên được giải quyết cho p .

Opening - elongation of the bolt (δ)	0.0029 m	
Tension force acting in the bolt (p)	10380 N	
Curve bolt radius (r)	0.35 m	
Young's moduli of the bolt (E)	2.10E+11 N/m^2	
Area of the bolt (A)	0.000459 m^2	
Inertia of the bolt (I)	2.6087E-08 m^4	
Center angle of the curved bolt (θ)	45 deg	0.785 rad

$$0 = \left(\frac{pr^3}{4EI}(2\theta(2+\cos 2\theta) - 3\sin 2\theta) + \frac{pr}{4EA}(2\theta + \sin 2\theta)\right) - \Longrightarrow$$

P = 10380 N

Allowable tensile stress (σ_{stress})

290 N/mm2 > 22.62 N/mm2

The tensile capacity of the bolt is sufficient if the ring opening is 2.9 mm.

Hình tóm tắt 7 15 Tóm tắt tính toán chịu kéo khi đạt được độ mở tối đa cho phép

Kết quả tính toán cho thấy sự ứng suất kéo trong bu long do độ mở cho phép tối đa là nhỏ hơn so với ứng suất kéo cho phép của các bu lông. Do đó , khả năng chịu kéo bu lông là đủ cho độ mở của bu long trong giai đoạn dài hạn. Ngoài ra, miếng đệm đàn hồi nên được cài đặt với các bu lông cong ở 50m đầu tiên của đường hầm từ bề mặt tường vây ở cả hai đầu của EBT và WBT để tăng hệ số an toàn và giảm thiểu những rủi ro bất trắc do lún đất nền gây ra.

7.5 Đánh giá phân tích

Tài liệu này cho thấy phân tích theo chiều dọc cho các đường hầm TBM theo phạm vi của CP-1b. Các kết quả phân tích cho thấy rằng sự lún lệch dự kiến 8,8 mm giữa đường hầm khoan và nhà ga trong các kịch bản xấu nhất trong thời gian thiết kế đường hầm chán (tham khảo "Cách tiếp cận thiết kế cho Tác động của chuyển động đất / sụt lún dài hạn trong gói hợp đồng CP1b - Đường hầm "với tài liệu số UMRTL1-CP1b-TBMS-CTG-RPT-00200-D) sẽ không ảnh hưởng đến độ kín nước của đường hầm và kết nối với ga Nhà hát và nhà ga Ba Son với mức an toàn đủ. (Trong các phân tích đã được áp dụng phân tích lún lệch là 15,0 mm).

Đánh giá bổ sung được thực hiện để xác định ứng suất bu lông khi đạt được tối đa cho phép mở. Dựa trên kết quả tính toán, khả năng chịu lực của bu lông là đủ nếu độ mở là 6,3mm (tại đốt hầm đầu tiên phía lao phóng).

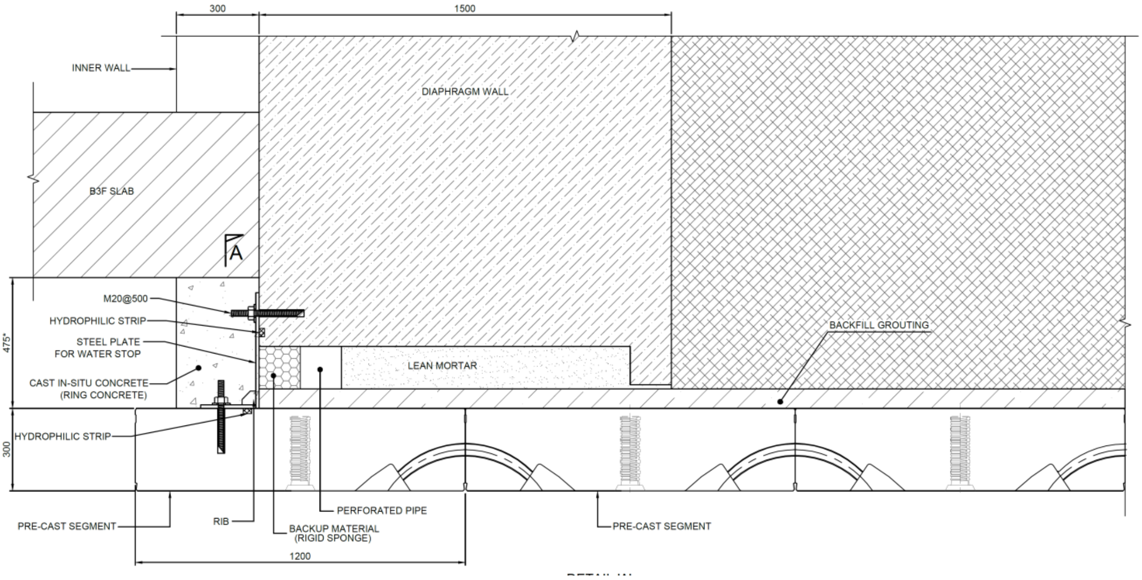
Nên lưu ý có thể thấy từ kết quả phân tích kết cấu chuyển vị nguy hiểm và độ uốn của đoạn mở hầm chỉ xảy ra tại hai vị trí gần với mỗi nhà ga, các khu vực kết nối của đường hầm với nhà ga. Phần lớn các phần đường hầm vẫn còn khoảng mở không đáng kể.

Rất khó để dự đoán hoặc kết luận độ lún sẽ xảy ra hay không trong tuổi thọ thiết kế của các đường hầm, tuy nhiên, ngay cả khi độ lún khác nhau xảy ra, dự kiến rằng sẽ diễn ra từ từ theo thời gian. Là một cách tiếp cận an toàn, tải trọng do lún là 15,0 mm được áp dụng trong các phân tích theo chiều dọc.

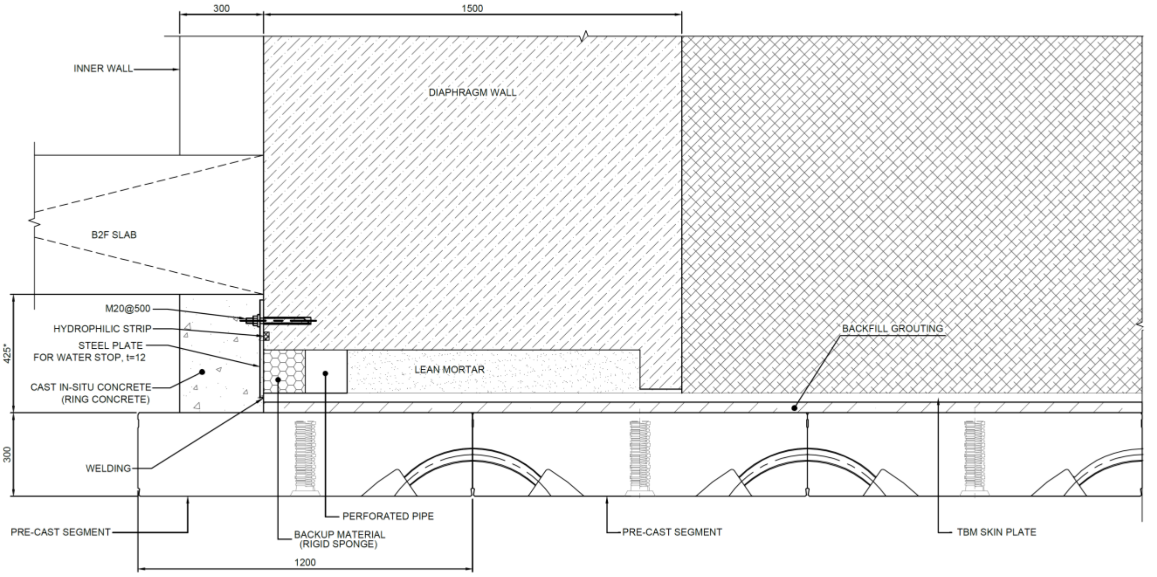
Ngoài ra, tài liệu tham khảo được trao cho SMJO`s báo cáo đánh giá chi tiết chuyển động mặt đất dài hạn / lún cho phần hầm "Thiết kế phương pháp tiếp cận đối với các tác động của phong trào mặt đất dài hạn / lún trên hợp đồng trọn gói CP1b – Đường hầm" với báo cáoUMRTL1-CP1b-TBM-CTG-RPT-00.200-D). Tài liệu này rõ ràng kết luận rằng không nên có lún lệch ảnh hưởng đến các nhà ga và đường hầm, và thậm chí lún lệch xảy ra trong tương lai, đó sẽ là ở mức tương tự cho các nhà ga và đường hầm.

8 CHI TIẾT KẾT NỐI

Kết nối của hầm và ga tại Ga Nhà Hát (máy TBM khoan đển) được cho bên dưới. Vui lòng tham khảo Phụ lục C để xem bản vẽ chi tiết.

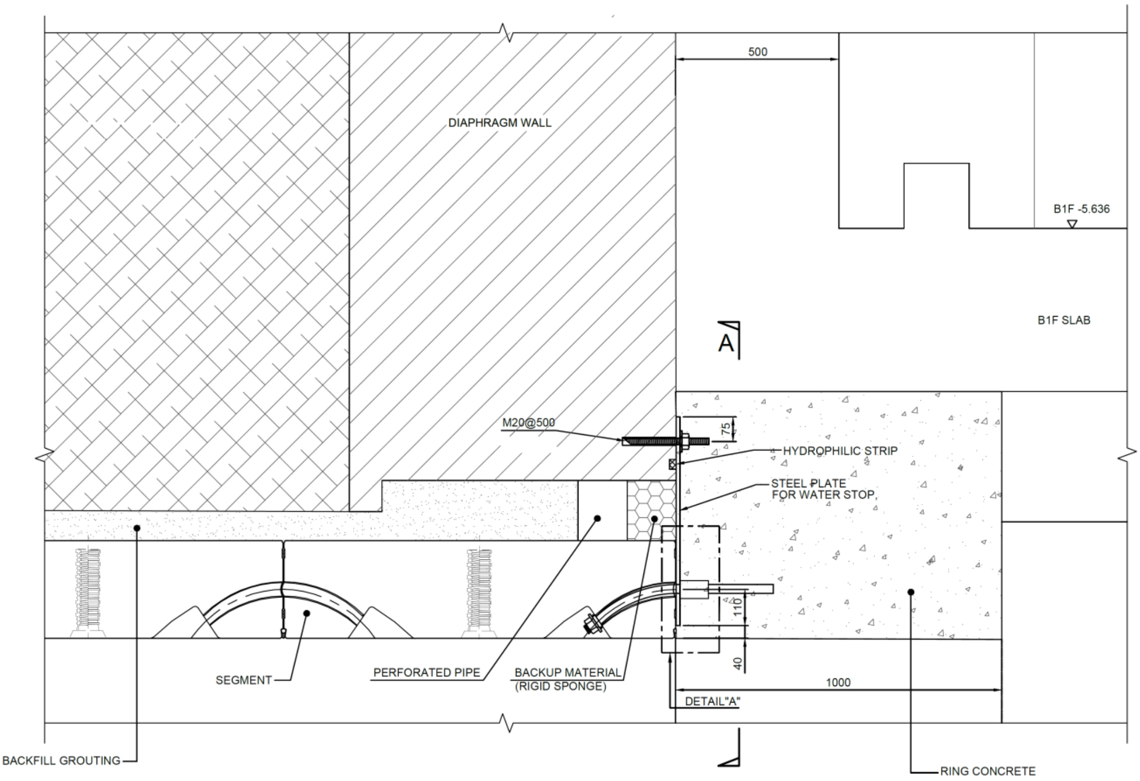

300
1500
INNER WALL
DIAPHRAGM WALL
B3F SLAB
A
M20@500
HYDROPHILIC STRIP
STEEL PLATE FOR WATER STOP
CAST IN-SITU CONCRETE (RING CONCRETE)
475*
LEAN MORTAR
BACKFILL GROUTING
HYDROPHILIC STRIP
300
PRE-CAST SEGMENT
RIB
BACKUP MATERIAL (RIGID SPONGE)
PERFORATED PIPE
PRE-CAST SEGMENT
1200

Hình 8-1 EBT – Chi tiết kết nối ga nhà hát (Kết nối với nhà ga - Xem Bản vẽ CP1B-CTS-TD-TBMS-00071)


300
1500
INNER WALL
DIAPHRAGM WALL
B2F SLAB
M20@500
HYDROPHILIC STRIP
STEEL PLATE FOR WATER STOP, t=12
CAST IN-SITU CONCRETE (RING CONCRETE)
425*
LEAN MORTAR
BACKFILL GROUTING
300
WELDING
PRE-CAST SEGMENT
PERFORATED PIPE
BACKUP MATERIAL (RIGID SPONGE)
PRE-CAST SEGMENT
TBM SKIN PLATE
1200

Hình 8-2 WBT – Chi tiết kết nối ga nhà hát (Kết nối với nhà ga - Xem Bản vẽ CP1B-CTS-TD-TBMS-00073)

Kết nối đường hầm và ga tại trạm Ba Sơn (phía lao TBM) được đưa ra dưới đây. Vui lòng tham khảo phụ lục C về bản vẽ với quy mô và chi tiết.


500
DIAPHRAGM WALL
B1F -5.636
B1F SLAB
A
M20@500
75
HYDROPHILIC STRIP
STEEL PLATE FOR WATER STOP
110
40
1000
SEGMENT
PERFORATED PIPE
BACKUP MATERIAL (RIGID SPONGE)
DETAIL"A"
BACKFILL GROUTING
RING CONCRETE

Hình 8 3 EBT và WBT - Chi tiết kết nối ga Ba Son (EBT và WBT Phía lao TBM - Xem Bản vẽ CP1B-CTS-TD-TBMS-00075 và CP1B-CTS-TD-TBMS-00076)

Về sự ổn định về kết cấu trong giai đoạn lầu dài, nếu xảy ra lún lệch dẫn đến biến dạng vỏ hầm, bu lông neo trong vỏ hầm sẽ kéo tấm thép để đóng lở hở của bu lông tại điểm kết nối với tường vây. Cơ chế cấu trúc này sẽ đảm bảo độ kín nước ở khu vực kết nối dưới sự lún lệch dài hạn. Vui lòng tham khảo Phụ lục D để biết chi tiết.

9 THAM KHẢO

JRTRI. (2002). *Tiêu chuẩn thiết kế kết cấu đường sắt và khuyến nghị về hầm khoan đào (DSRSC-ST).* Tokyo: Viện nghiên cứu Kỹ thuật đường sắt Nhật Bản.

JSCE, K. A. (2011). Thiết kế Tấm vỏ hầm khoan đào (L. Guang, Trans.) Bắc Kinh: Nhà xuất bản Kiến trúc và Xây dựng Trung Quốc.

APPENDICES

APPENDIX – A

下水道施設の耐震対策指針と解説

－2006年版－

社団
法人　日本下水道協会

3.2.2　継手部の検討

継手部の検討は，マンホールと管きょの接続部，管きょと管きょの継手部に分けて行う。また，液状化地盤，非液状化の傾斜地（傾斜地盤），急曲線等の特殊な布設条件では，各々の条件に応じた検討を行う。

(1) 検討する部位
  1) マンホールと管きょの接続部
  2) 管きょと管きょの継手部

(2) 検討項目
  1) 地震動の影響
  2) 地盤の液状化に伴う影響
  3) 傾斜地での影響
  4) 急曲線での影響

【解説】

(1) について

マンホールと管きょの接続部，管きょと管きょの継手部に関する検討項目は次のとおりとする。

1) 地震動の影響

地震動による影響は，マンホールと管きょの接続部，管きょと管きょの継手部共に，①地震動による屈曲角，②地震動による抜出し量について検討する。

2) 地盤の液状化に伴う影響

地盤の液状化に伴う影響は，マンホールと管きょの接続部は，①地盤の液状化に伴う永久ひずみによる抜出し量について検討する。

また管きょと管きょの継手部は，①地盤の液状化に伴う永久ひずみによる抜出し量，②液状化に伴う地盤沈下による屈曲角，③液状化に伴う地盤沈下による抜出し量について検討する。

3) 傾斜地での影響

図 3.2.3 に示すような傾斜地（傾斜地盤）では，マンホールと管きょの接続部，管きょと管きょの継手部共に，①傾斜地の永久ひずみによる抜出し量について検討する。

4) 急曲線での影響

推進工法における急曲線部は，マンホールと管きょの接続部，管きょと管きょの継手部共に，急曲線施工時の抜出し量を考慮した上で，①地震動による抜出し量を検討する。

(2) について

差し込み継手構造の円形管きょの耐震計算は，地震時に被害を受け易い 1)マンホールと管きょの接続部，2)管きょと管きょの継手部について項目ごとに行う。

なお，小口径円形管きょ（φ700mm 以下）では，以下に記す 1)の①及び②，2)の①及び②について，**「本章（参考 3.1）小口径管の耐震計算の省略化について」**に記した適用条件の範囲内において耐震設計を省略することができる。

1)　マンホールと管きょの接続部

マンホールから１本目の管きょのマンホールとの接続部の円周方向クラックや破損等の被害は，マンホールと管きょの接続部が半剛結の状態であったために生じた。また，マンホールからの抜出し被害は，離脱防止策が講じられていないため生じた。このため，マンホールと管きょの接合部は，**図 3.2.1** に示す可とう性の継手を用いて被害の軽減を図る。なお，他に管きょのマンホールへの突込み被害が考えられるが，この突込み量は数 cm 程度であり，流下機能に阻害を与える程の大きな被害にはならないと考えられる。

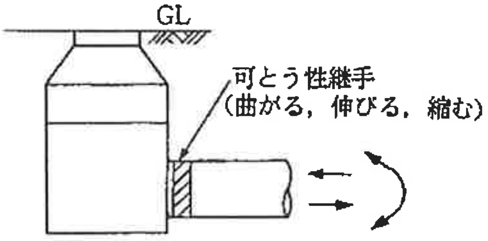


図 3.2.1　可とう性継手

①　地震動の影響（屈曲角）

地震動によってマンホールと管きょ接続部に生ずる屈曲角は，周辺地盤の影響を無視してマンホールと管きょの回転角と同値とみなし，**図 3.2.2** に示すように**式(3.2.2)**により求める。

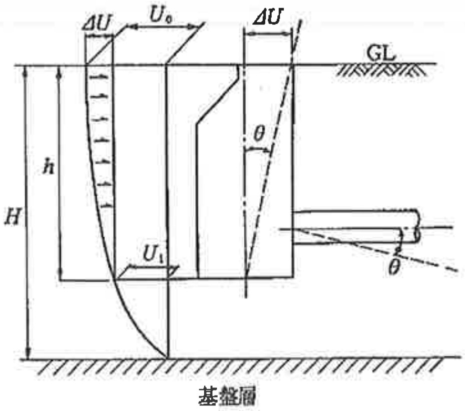


図 3.2.2　マンホールと管きょ接続部の荷重

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{\Delta U}{h}\right) \quad \cdots\cdots \text{式}(3.2.2)$$

$$U_h(Z) = \frac{2}{\pi^2} \cdot S_v \cdot T_s \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot Z}{2H}\right) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \text{式}(3.2.3)$$

$$\Delta U = U_h(0) - U_h(h) = U_0 - U_1$$

ここに，

θ　：マンホールと管きょの回転角（可とう性継手の屈曲角）(rad)

$U_h(Z)$：地表面から深さ Z(m) における最大変位振幅(m)

h　：マンホールの深さ(m)

Sv　：設計応答速度(m/s)で，レベル１・レベル２の各地震動レベルに応じた設計用応答速度スペクトルより求める（「**第２章 2.3.1 管路施設の設計地震動（応答変位法）**」を参照）。

Ts　：表層地盤の固有周期で，**式(3.2.4)**より地盤の特性値 T_G から求める。

$$\left.\begin{aligned} T_s &= 1.25 \cdot T_G \\ T_G &= \sum_{i=1}^{n} \frac{4H_i}{Vs_i} \end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \text{式}(3.2.4)$$

ここに，

T_G　：地盤の特性値（sec）

H_i　：第ｉ層の地層の厚さ（m）

Vs_i：第ｉ層の平均せん断弾性波速度（m/s）

「**共同溝設計指針**」[6]によれば，Vs_i は N 値から**式(3.2.5)**で求め

ている（「**第2章 2.4.2 液状化の判定**」の式(**解4.5.1**)の再掲示)。

$$\left.\begin{array}{l}\text{粘性土の場合}\\ \quad Vs_i = 100 \cdot N_i^{1/3} \quad (1 \leqq N_i \leqq 25)\\ \text{砂質土の場合}\\ \quad Vs_i = 80 \cdot N_i^{1/3} \quad (1 \leqq N_i \leqq 50)\end{array}\right\} \cdots\cdots\cdots \text{式}(3.2.5)$$

ここに，

N_i ：標準貫入試験(N値)によるi番目の地層の平均N値
なお，N値が0の場合は$Vs_i = 50$(m/s)とする[7]。

② 地震動の影響（抜出し量）

地震動による管きょのマンホールからの抜出し量は，**式(3.2.6)**より求める。

$$\delta = \varepsilon_{gd} \cdot \ell \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \text{式}(3.2.6)$$

ここに，

δ ：抜出し量（m）

ε_{gd}：地震動により地盤に生じるひずみで，**式(3.2.7)**より求める。

$$\varepsilon_{gd} = \frac{\pi}{L} U_h(Z) \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \text{式}(3.2.7)$$

L ：調和平均の波長(m)で，「**第2章 2.3.1 管路施設の設計地震動（応答変位法）**」の式(**解6.2.4**)を参照。

$U_h(Z)$：管きょ布設深度の最大変位振幅（m）

Z ：管きょ中心の深度（m）

ℓ ：管の有効長（m）

③ 地盤の液状化に伴う影響（永久ひずみによる抜出し量）

液状化地盤に管きょを布設する場合，地盤の永久ひずみによる管のマンホールからの抜出し量は，「**第2章 2.5.2 設計に用いる地盤の永久ひずみ**」に示す設計用の地盤の永久ひずみをもとに，**式(3.2.8)**より求める。

$$\delta = \varepsilon_g \cdot \ell \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \text{式}(3.2.8)$$

ここに，

δ ：抜出し量（m）

ε_g：地盤の永久ひずみで，護岸線からの離隔距離に応じて**表3.2.2**に示す値とする（表内のa，b)。

ℓ ：管の有効長（m）

④ 傾斜地での影響（永久ひずみによる抜出し量）

図3.2.3のような非液状化の傾斜地（地表面こう配が5%以上の盛土）に管きょを布設する場合は，「**第2章 2.5.2 設計に用いる地盤の永久ひずみ**」に従い，**式(3.2.8)**に**表3.2.2**に示す永久ひずみε_gを代入して求める（表内のc)。

⑤ 急曲線での影響（抜出し量）

急曲線部の途中にマンホールを挟む場合は，曲線施工の際にマンホールから抜け出す量をあらかじめ予測し，管材の最大抜出し量から控除した上で，残りの量に基づいて照査する。曲線施工時の抜出し量については，「**推進工法用設計積算要領 推進工法応用編（長距離・曲線推進）**」[8]などを参考にする。

表 3.2.2　条件別の地盤の永久ひずみ量

地　形　条　件	永久ひずみ量 εg　[%]
a　護岸近傍の液状化地盤 （護岸から 100m未満）	1.5
b　内陸部の液状化地盤 （護岸から 100m以上）	1.2
c　非液状化の傾斜地盤 （地表面勾配が 5%以上の盛土）	1.3

ε_g は式(3.2.8)へ代入する。

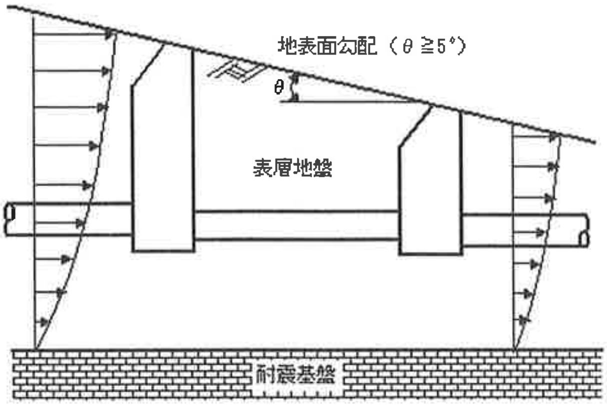


図 3.2.3　傾斜地（傾斜地盤）

（参考） 地盤の硬軟急変化部を通過する場合の影響（抜出し量）

図 3.2.4 のような地盤の硬軟急変化部では，既往の研究事例[9]によると，境界面から軟弱層側にやや寄った位置で地盤ひずみが局所的にピークをとるが，その大きさはわずかであるといわれる。また，開削工法では掘削断面が埋戻し材に置換されているため，開削工法の差し込み継手管きょでは特に影響はない。

そのため，硬軟急変化部を通過する場合の検討は，非開削工法（推進工法）の場合とし，抜出し量を**式(3.2.9)**にて求める。

$$\delta = \varepsilon_{gd2} \cdot \ell \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \text{式(3.2.9)}$$

ここに，

δ　：抜出し量(m)

ε_{gd2}　：硬軟境界部に生じるひずみで，レベル 2 相当の地震動（兵庫県南部地震における観測波）を作用させた動的解析により地盤ひずみ量を参考的に求めたので，「**本章（参考 3.2）地盤の硬軟急変化部における地盤ひずみ**」を参照する[10]。

ℓ　：管の有効長(m)

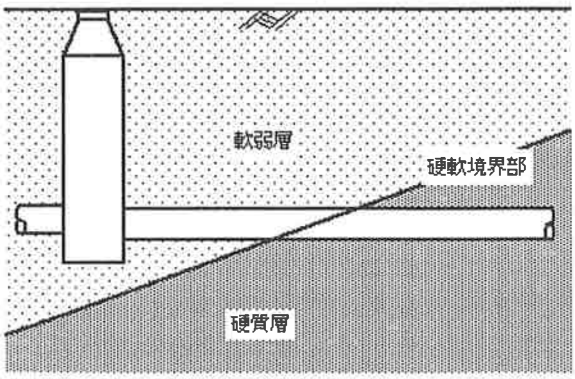


図 3.2.4　地盤の硬軟急変化部の例

EARTHQUAKE RESISTANT COUNTERMEASURE POLICY AND GUIDELINE ON SEWAGE SYSTEM

-2006 EDITION-

JAPAN SEWAGE WORKS ASSOCIATION

3.2.2 Pipe joint inquest

Conduct pipe joint inquest by separating the drain pipe and drain pipe joint, manhole and drain pipe's connection part. Besides, liquefaction ground, non- liquefaction inclined soil (inclined ground), special laying condition of sudden steep curve, conduct inquest appropriate to each condition.

(1) Inquest area
  (1) Manhole and drain pipe connection part
  (2) Drain pipe and drain pipe joint
(2) Inquest items
  (1) Earthquake motion effect
  (2) Ground liquefaction effect
  (3) Inclined ground effect
  (4) Steep curve effect

[Explanation]

(1) About

Inquest item relating drain pipe and drain pipe joint, manhole and drain pipe connection part is as follows:

1) Earthquake motion effect

For earthquake motion effect, conduct inquest into manhole and drain pipe connection part, and drain pipe and drain pipe joint on ① Flexion angle resulted from earthquake motion, ② Detached amount resulted from earthquake motion.

2) Ground liquefaction effect

For ground liquefaction effect, conduct inquest into manhole and drain pipe connection part on ①Detached amount resulted from permanent strain associated with ground liquefaction.

Besides, conduct inquest into drain pipe and drain pipe joint on ①Detached amount resulted from permanent strain associated with ground liquefaction, ②Flexion angle resulted from ground subsidence associated with ground liquefaction,③Detached amount resulted from ground subsidence associated with ground liquefaction.

3) Inclined ground effect

For inclined soil (inclined ground) shown in figure 3.2.3, conduct inquest into manhole and drain pipe connection part, and drain pipe and drain pipe joint on ①Detached amount resulted from permanent strain of inclined ground.

4) Steep curve effect

For steep curve line in jacking method, after considering the detached amount at the time of steep curve line construction, conduct inquest into manhole and drain pipe connection part, drain pipe and drain pipe joint on ①Detached amount resulted from earthquake motion.

(2) About

For earth resistant calculation of inserted joint structure's round drain pipe, conduct inquest respectively for item relating 1) manhole and drain pipe connection part 2) drain pipe and drain pipe joint which are easily damaged at earthquake time.

Moreover, for earthquake resistant calculation of small- diameter round drain pipe (ø less than 700mm), relating 1) ① and②, 2) ① and② marked below, we can omit earth resistant design within the scope of applicable condition stated in **"this volume (Refer to 3.1) about omission of earthquake resistant calculation of small- diameter round".**

1) Manhole and drain pipe connection part

Damage such as breakage or crack in circumferential direction of the connection part of initial drain pipe's manhole from manhole occurs due to half- rigid connection part between manhole and drain pipe. Moreover, damage as the fact that the drain pipe becomes detached from manhole occurs because there is no detachment prevention measure. Therefore, we can use the flexible joint as shown in figure 3.2.1 for the connection between manhole and drain pipe to limit the damage. In addition, despite considering plunge damage of drain pipe into the manhole, there might be no significant damage affecting the water flow function since the plunged amount will vary in cm.

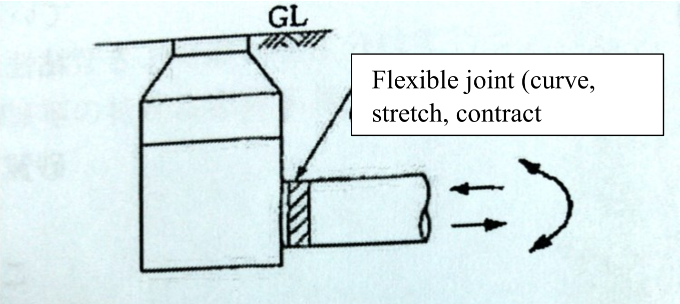
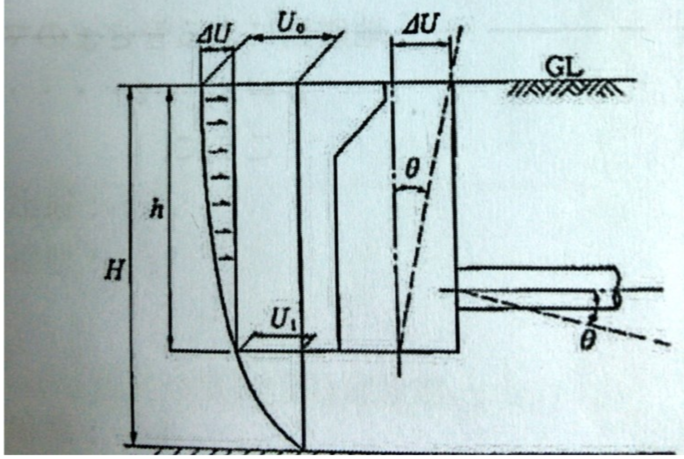


図 3.2.1 Flexible joint



①Earthquake motion effect (flexion angle)

Find the flexion angle in the connection part between drain pipe and manhole resulted from earthquake motion by the **equation (3.2.2)** as shown in **figure 3.2.2**, without considering the effect of nearby ground, assuming that the rotation angles of manhole and drain pipe are equal.

$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{\Delta U}{h}\right)$ .....equation (3.2.2)

$U_h(Z) = \frac{2}{\pi^2} \cdot S_v \cdot T_s \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot Z}{2H}\right)$ .....**equation (3.2.2)**

$\Delta U = U_h(0) - U_h(h) = U_0 - U_1$

In which,

θ : Rotation angle of manhole and drain pipe (flexible joint's flexion angle) (rad)

$U_h(Z)$: Maximum displacement amplitude in depth from surface Z (m)

h : Manhole's depth (m)

S_v : Calculate from design response speed spectrum appropriate to earthquake motion level 1- level 2 and design response speed (m/s) (Refer to **Volume 2/ 2.3.1 Design earthquake motion of road construction management (Responsive displacement method)**)

T_s : Calculate from specific value T_G of ground in **figure (3.2.4)** by subsurface layer's proper period.

$$\left.\begin{array}{l} T_s = 1.25 \cdot T_G \\ T_G = \sum_{i=1}^{n} \frac{4H_i}{VS_i} \end{array}\right\} \cdots\cdots \textbf{Equation (3.2.4)}$$

In which:

T_G : Specific value of ground (sec)

H_i : Depth of layer i's soil layer (m)

VS_i : Layer i's average shear elastic wave speed (m/s)

[Common duct design method] according to 6), calculate VS_i from value N by **equation (3.2.5)** ("Volume 2/ 2.4.2 liquefaction assessment")'s equation (4.5.1) repost).

$$\left.\begin{array}{l} \text{In the case of cohesive soil} \\ VS_i = 100 \cdot N_i^{\frac{1}{3}} \; (1 \le N_i \le 25) \\ \text{In the case of sandy soil} \\ VS_i = 80 \cdot N_i^{\frac{1}{3}} \; (1 \le N_i \le 50) \end{array}\right\} \cdots\cdots \textbf{Equation (3.2.5)}$$

N_i : Average value N of soil layer I from standard penetration test (N value)

In addition, When N=0, VS_i must be 50 (m/s)

② Earthquake motion effect (detached amount)

Detached amount from manhole due to earthquake motion is calculated by **equation (3.2.6)**

$$\delta = \varepsilon_{gd}.l \cdots\cdots \textbf{equation (3.2.6)}$$

In which,

δ : Detached amount (m)

ε_{gd} : Calculate from **equation (3.2.7)**, deformation in ground due to earthquake motion.

$$\varepsilon_{gd} = \frac{\pi}{L} U_h(Z) \cdots\cdots \textbf{equation (3.2.7)}$$

L : Harmonic average wave length (m), refer to "**Volume 2/ 2.3.1 Design earthquake motion of road construction management (Responsive displacement method) equation 6.2.4**)

$U_h(Z)$: Maximum displacement amplitude of drain pipe depth level (m)

Z : Depth level of drain pipe's center (m)

l : Pipe's effective length (m)

APPENDIX – B

JAPAN DRAINAGE TUNNEL CODE

Calculation of Slip-out amount at Station Connection (OPERA HOUSE STATION)

Sv	0.114	m/s	Spectral velocity
Ts	0.954	s	Natural period of site
Z	14	m	Depth of mid level of tunnel from Ground Level
H	48	m	Surface soil thickness
h	30.44	m	Total height of Station Structure

$$\theta = \tan^{-1}(\triangle U / h)$$

$$U_{h(z)} = \frac{2}{\pi^2} \cdot Sv \cdot Ts \cdot \cos\left(\frac{\pi h}{2H}\right)$$

$$\triangle U = U_{h(0)} - U_{h(h)}$$

$$\delta = \varepsilon_g \cdot l$$

ε_g（地盤ひずみ）$= (\pi / L) \cdot U_{h(z)}$

$U_{h(z)}$ ：トンネル位置での地盤変位

L ：地盤振動の波長(調和平均波長)

l ：管の有効長

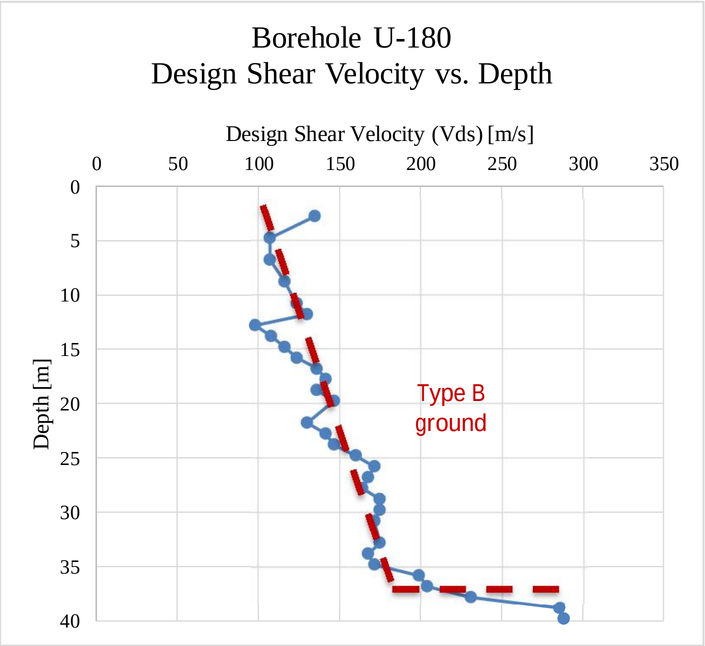
Uh(0) =	0.02204	m	Horizontal displacement at Ground Level
Uh(h) =	0.01198	m	Horizontal displacement at Station Bottom level
ΔU =	0.01006	m	Relative Displacement between Ground and Station
θ =	0.00033	rad	
	0.018935	degree	
L1	192.0	m	Surface wave length
V_{BASE}	400	m/s	Base shear wave velocity
L2	381.6	m	Base wave length
L	255.5	m	Site wave length
Uh(z) =	0.01977	m	Horizontal displacement at center of tunnel
l =	1.2	m	Segment Width
εg =	0.00024		Soil Strain
δ =	0.00029	m	Slip out amount
	0.29 mm		

BA SON STATION - SLIP-OUT CALCULATION

Borehole	Soil type	Depth m	SPT-N (uncorrected)	V_s (m/s)	V_{ds} (m/s) (0.85×Vs)	
		0				
U-180	Ac2	2.8	4	159	135	0.0706
U-180	Ac2	4.8	2	126	107	0.0635
U-180	Ac2	6.8	2	126	107	0.0635
U-180	As1	8.8	5	137	116	0.0585
U-180	As1	10.8	6	145	124	0.0550
U-180	As1	11.8	7	153	130	0.0261
U-180	As1	12.8	3	115	98	0.0347
U-180	As1	13.8	4	127	108	0.0315
U-180	As1	14.8	5	137	116	0.0292
U-180	As1	15.8	6	145	124	0.0275
U-180	As1	16.8	8	160	136	0.0250
U-180	As1	17.8	9	166	141	0.0240
U-180	As1	18.8	8	160	136	0.0250
U-180	As1	19.8	10	172	147	0.0232
U-180	As2	21.8	7	153	130	0.0523
U-180	As2	22.8	9	166	141	0.0240
U-180	As2	23.8	10	172	147	0.0232
U-180	As2	24.8	13	188	160	0.0213
U-180	As2	25.8	16	202	171	0.0198
U-180	As2	26.8	15	197	168	0.0203
U-180	As2	27.8	14	193	164	0.0207
U-180	As2	28.8	17	206	175	0.0194
U-180	As2	29.8	17	206	175	0.0194
U-180	As2	30.8	16	202	171	0.0198
U-180	As2	32.8	17	206	175	0.0389
U-180	As2	33.8	15	197	168	0.0203
U-180	As2	34.8	16	202	171	0.0198
U-180	As2	35.8	25	234	199	0.0171
U-180	As2	36.8	27	240	204	0.0167
U-180	As2	37.8	39	271	231	0.0147
U-180	Dc	38.8	38	336	286	0.0119
U-180	Dc	39.8	39	339	288	0.0118
U-180	Dc	41.8	40	342	291	0.0234
U-180	Dc	42.8	39	339	288	0.0118

0.9841 Tg

1.23 Ts=1.25xTg



Calculation of Slip-out amount at Station Connection (Ba Son)

Sv	0.114	m/s	Spectral velocity
Ts	1.23	s	Natural period of site
Z	14	m	Depth of mid level of tunnel from Ground Level
H	48	m	Surface soil thickness
h	20.5	m	Total height of Station Structure

$$\theta = \tan^{-1}(\triangle U / h)$$

$$U_{h(z)} = \frac{2}{\pi^2} \cdot Sv \cdot Ts \cdot \cos\left(\frac{\pi h}{2H}\right)$$

$$\triangle U = U_{h(0)} - U_{h(h)}$$

$$\delta = \varepsilon_g \cdot l$$

ε_g（地盤ひずみ） = (π / L) $\cdot$ $U_{h(z)}$

$U_{h(z)}$ ：トンネル位置での地盤変位

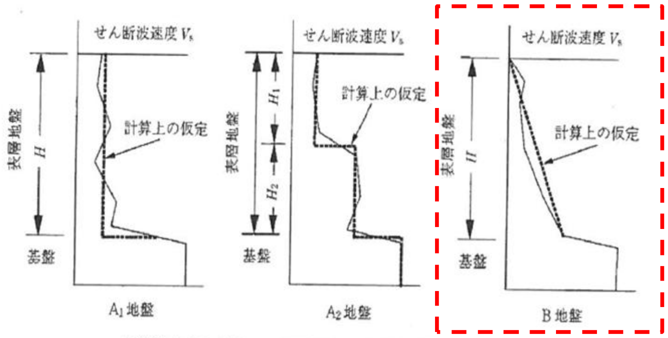
L ：地盤振動の波長(調和平均波長)

l ：管の有効長

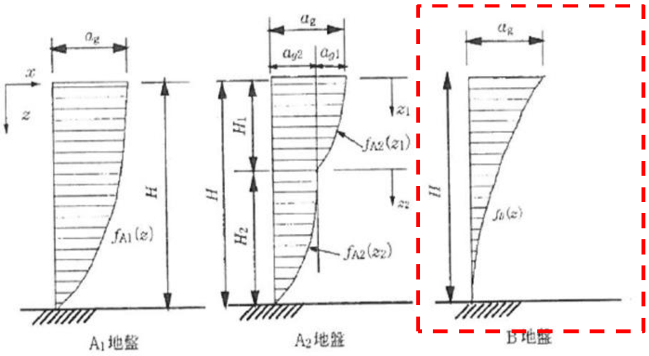
Uh(0) =	0.02841	m	Horizontal displacement at Ground Level
Uh(h) =	0.02226	m	Horizontal displacement at Station Bottom level
ΔU =	0.00616	m	Relative Displacement between Ground and Station
θ =	0.0003	rad	
	0.017211	degree	
L1	192.0	m	Surface wave length
V_{BASE}	400	m/s	Base shear wave velocity
L2	492.0	m	Base wave length
L	276.2	m	Site wave length
Uh(z) =	0.02548	m	Horizontal displacement at center of tunnel
l =	1.2	m	Segment Width
εg =	0.00029		Soil Strain
δ =	0.00035	m	Slip out amount
	0.35	mm	

JAPAN RAILWAY SEISMIC CODE (DSRSC-SD)

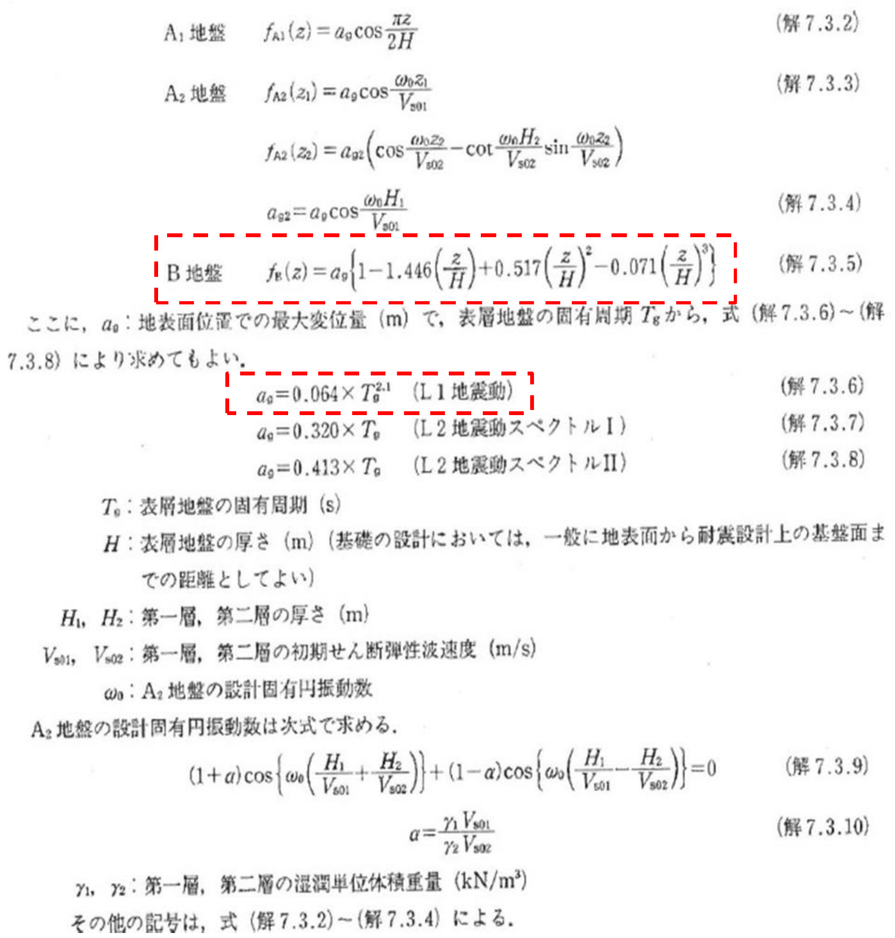
Tg	0.76341173	sec		
a_g	0.03630559	m		
H	48	m		
z	14	m		
z/H	0.29166667			
fb(z)	0.01946091	m		
l =	1.2	m	Segment Width	
ε_g =	0.00024		Soil Strain	
δ =	**0.29**	**mm**	Slip out amount	Same as Drainage Code



解説図 7.3.7　変形モードを求めるための表層地盤の状態の例



解説図 7.3.8　設計水平変位量の鉛直方向分布図



A₁ 地盤　$$f_{A1}(z)=a_g\cos\frac{\pi z}{2H}$$ (解 7.3.2)

A₂ 地盤　$$f_{A2}(z_1)=a_g\cos\frac{\omega_0 z_1}{V_{s01}}$$ (解 7.3.3)

$$f_{A2}(z_2)=a_{g2}\left(\cos\frac{\omega_0 z_2}{V_{s02}}-\cot\frac{\omega_0 H_2}{V_{s02}}\sin\frac{\omega_0 z_2}{V_{s02}}\right)$$

$$a_{g2}=a_g\cos\frac{\omega_0 H_1}{V_{s01}}$$ (解 7.3.4)

B 地盤　$$f_B(z)=a_g\left\{1-1.446\left(\frac{z}{H}\right)+0.517\left(\frac{z}{H}\right)^2-0.071\left(\frac{z}{H}\right)^3\right\}$$ (解 7.3.5)

ここに，a_g：地表面位置での最大変位量（m）で，表層地盤の固有周期 T_g から，式（解 7.3.6）～（解 7.3.8）により求めてもよい．

$a_g=0.064\times T_g^{2.1}$　（L 1 地震動）　(解 7.3.6)
$a_g=0.320\times T_g$　（L 2 地震動スペクトル I）　(解 7.3.7)
$a_g=0.413\times T_g$　（L 2 地震動スペクトル II）　(解 7.3.8)

T_g：表層地盤の固有周期（s）
H：表層地盤の厚さ（m）（基礎の設計においては，一般に地表面から耐震設計上の基盤面までの距離としてよい）
H_1，H_2：第一層，第二層の厚さ（m）
V_{s01}，V_{s02}：第一層，第二層の初期せん断弾性波速度（m/s）
ω_0：A₂ 地盤の設計固有円振動数

A₂ 地盤の設計固有円振動数は次式で求める．

$$(1+\alpha)\cos\left\{\omega_0\left(\frac{H_1}{V_{s01}}+\frac{H_2}{V_{s02}}\right)\right\}+(1-\alpha)\cos\left\{\omega_0\left(\frac{H_1}{V_{s01}}-\frac{H_2}{V_{s02}}\right)\right\}=0$$ (解 7.3.9)

$$\alpha=\frac{\gamma_1 V_{s01}}{\gamma_2 V_{s02}}$$ (解 7.3.10)

γ_1，γ_2：第一層，第二層の湿潤単位体積重量（kN/m³）
その他の記号は，式（解 7.3.2）～（解 7.3.4）による．

APPENDIX – C

PEOPLE'S COMMITTEE OF HO CHI MINH CITY
ỦY BAN NHÂN DÂN THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
MANAGEMENT AUTHORITY FOR URBAN RAILWAYS (MAUR)
BAN QUẢN LÝ ĐƯỜNG SẮT ĐÔ THỊ

HO CHI MINH CITY URBAN RAILWAY CONSTRUCTION PROJECT
BEN THANH - SUOI TIEN SECTION (LINE 1)
CONTRACT PACKAGE-1b CIVIL (UNDERGROUND SECTION FROM KM 0+615 TO KM 2+360)

DỰ ÁN XÂY DỰNG TUYẾN ĐƯỜNG SẮT ĐÔ THỊ TP. HỒ CHÍ MINH
TUYẾN BẾN THÀNH - SUỐI TIÊN (TUYẾN SỐ 1)
GÓI THẦU-1b XÂY DỰNG (ĐOẠN NGẦM TỪ KM 0+615 TO KM 2+360)

TECHNICAL DESIGN DRAWINGS
BẢN VẼ THIẾT KẾ KỸ THUẬT

DESIGN PACKAGE: (PERMANENT WORKS - CONNECTION DETAILS BETWEEN BORED TUNNEL AND STATIONS)

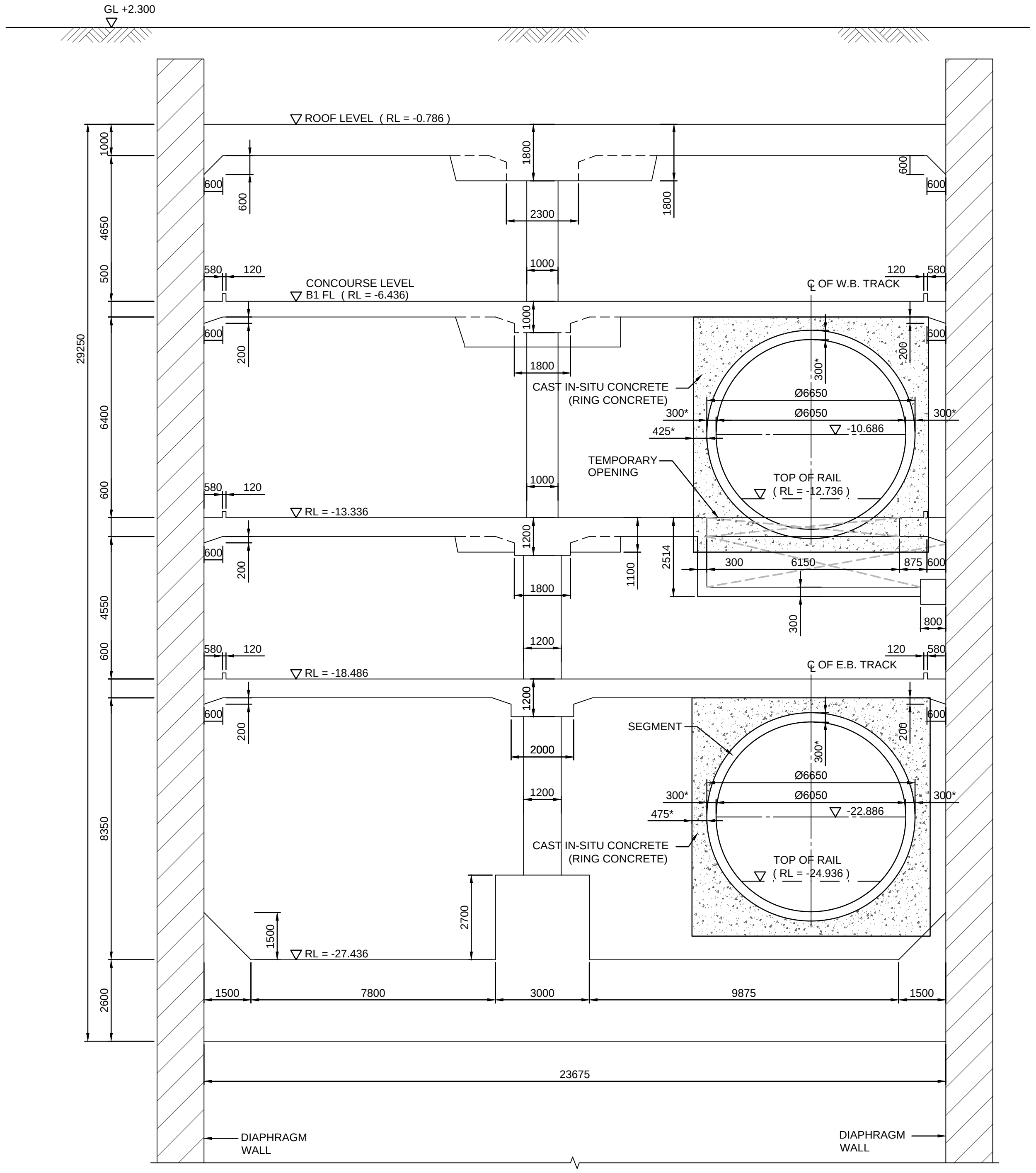
GÓI THIẾT KẾ: (CÔNG TRÌNH VĨNH CỬU - CHI TIẾT NỐI GIỮA HẦM KHOAN VÀ NHÀ GA)

THIẾT KẾ ĐÃ THẨM TRA
Theo văn bản thẩm tra số: 2365 /TEDI-TVCT
ngày 01 AUG 2017
Chủ trì thẩm tra: Đào Ngọc Vinh

TRANSMITTAL REF. No.: UMRTL1-CP1b-TBMS-CTS-CTD-00103-E
August - 2017

SHIMIZU-MAEDA JOINT OPERATION

AECOM Singapore Pte. Ltd.


GL +2.300
ROOF LEVEL (RL = -0.786)
CONCOURSE LEVEL
B1 FL (RL = -6.436)
C OF W.B. TRACK
CAST IN-SITU CONCRETE
(RING CONCRETE)
TEMPORARY
OPENING
Ø6650
Ø6050
-10.686
TOP OF RAIL
(RL = -12.736)
RL = -13.336
RL = -18.486
C OF E.B. TRACK
SEGMENT
-22.886
TOP OF RAIL
(RL = -24.936)
RL = -27.436
29250
1000
4650
500
6400
600
4550
600
8350
2600
1800
2300
1000
1200
2000
2700
1500
2514
1100
300
6150
875
800
580
120
200
300*
425*
475*
1500
7800
3000
9875
1500
23675
DIAPHRAGM
WALL
DIAPHRAGM
WALL

TYPICAL SECTION
SCALE 1:100

0.1 0.3 0.5
0 0.2 0.4 1.0 Metres
Scale 1:20

DATE NGÀY	REV. BẢN	DESCRIPTION THUYẾT MINH	SIGNATURE CHỮ KÝ
20/03/2017	A	FIRST SUBMISSION	Wong

EMPLOYER / CHỦ ĐẦU TƯ

HCMC METRO
HCMC PEOPLE'S COMMITTE
MANAGEMENT AUTHORITY FOR URBAN RAILWAY
UBND TP HCM-BAN QUẢN LÝ ĐƯỜNG SẮT ĐÔ THỊ

EMPLOYER'S REPRESENTATIVE
ĐẠI DIỆN CHỦ ĐẦU TƯ

NJPT Association
LIÊN DANH NJPT
NK-JIC-PBJ-JTC-TEC-TEDI South-TRICC

GENERAL CONTRACTOR / NHÀ THẦU CHÍNH
SHIMIZU-MAEDA JOINT OPERATION
SHMZ MAEDA

SUB DESIGN CONTRACTOR / NHÀ THẦU PHỤ THIẾT KẾ
AECOM
AECOM Singapore Pte. Ltd.

PREPARED NGƯỜI THỰC HIỆN	FULL NAME HỌ VÀ TÊN	SIGNATURE CHỮ KÝ
DESIGNER NGƯỜI THIẾT KẾ	TINA XU	TX
CHECKER NGƯỜI KIỂM TRA	EDDIE WONG	Wong
TEAM LEADER CHỦ TRÌ THIẾT KẾ	OZTURK OZGUR	
DESIGN MANAGER CHỦ NHIỆM THIẾT KẾ	KENICHI.ITO	
PROJECT MANAGER GIÁM ĐỐC DỰ ÁN	NOBUYUKI.KAWAI	

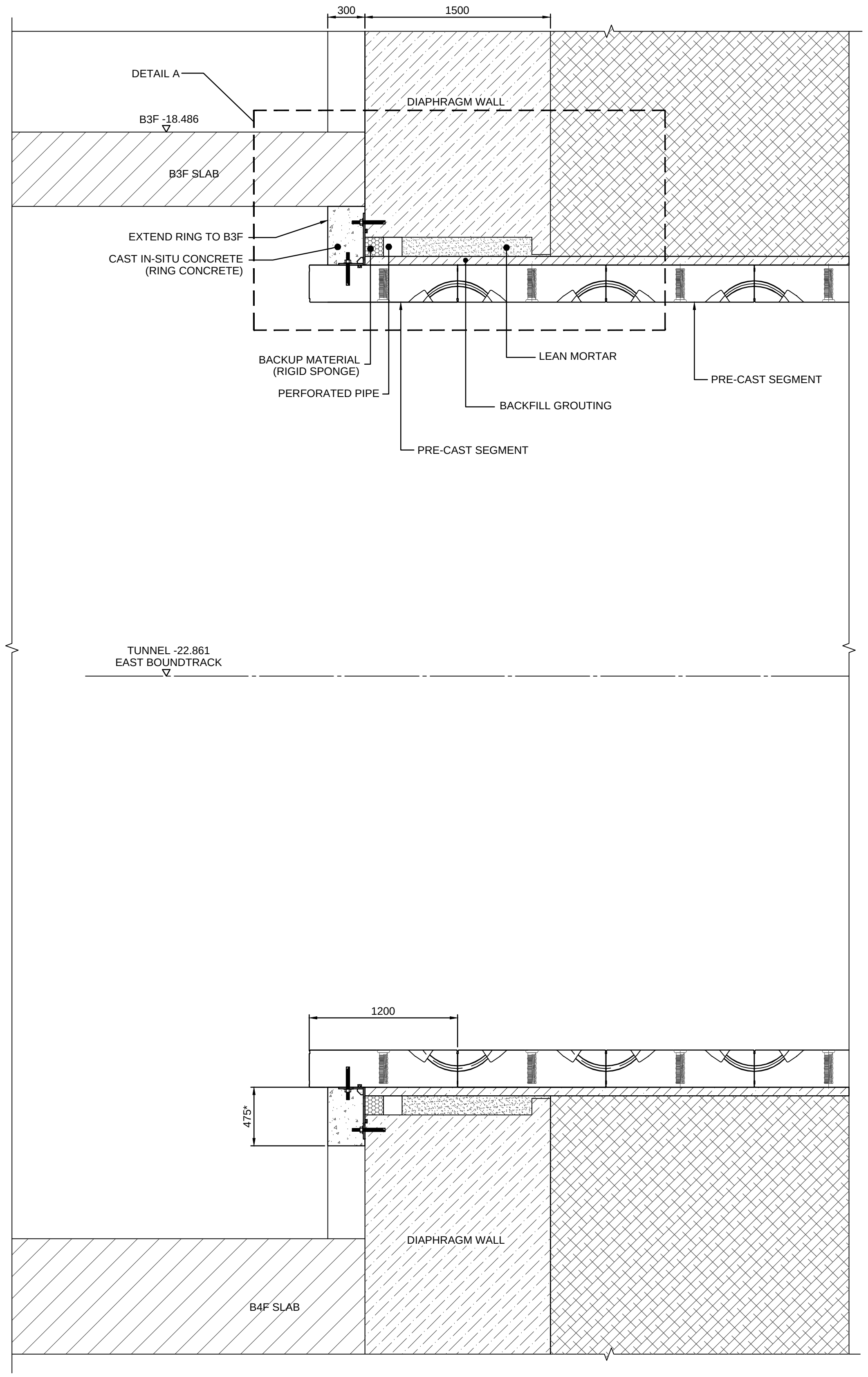
SCALE / TỶ LỆ: AS SHOWN
FORMAT / KHỔ BẢN VẼ: A3
DATE OF ISSUE / NGÀY PHÁT HÀNH: 20 / 03 / 2017
STAGE / GIAI ĐOẠN: TECHNICAL DESIGN DRAWING
BẢN VẼ THIẾT KẾ KỸ THUẬT

PROJECT
DỰ ÁN
HO CHI MINH CITY URBAN RAILWAY CONSTRUCTION PROJECT
BEN THANH-SUOI TIEN SECTION (LINE 1)
DỰ ÁN XÂY DỰNG TUYẾN ĐƯỜNG SẮT ĐÔ THỊ TP HỒ CHÍ MINH
TUYẾN BẾN THÀNH-SUỐI TIÊN (TUYẾN SỐ 1)

TITLE
TÊN BẢN VẼ
BORED TUNNEL
CONNECTION WITH STATION
TYPE SECTION AT ARRIVAL SIDE

DRAWING NO
BẢN VẼ SỐ
CP1b-CTS-TD-TBMS-00070

REV./BẢN
A

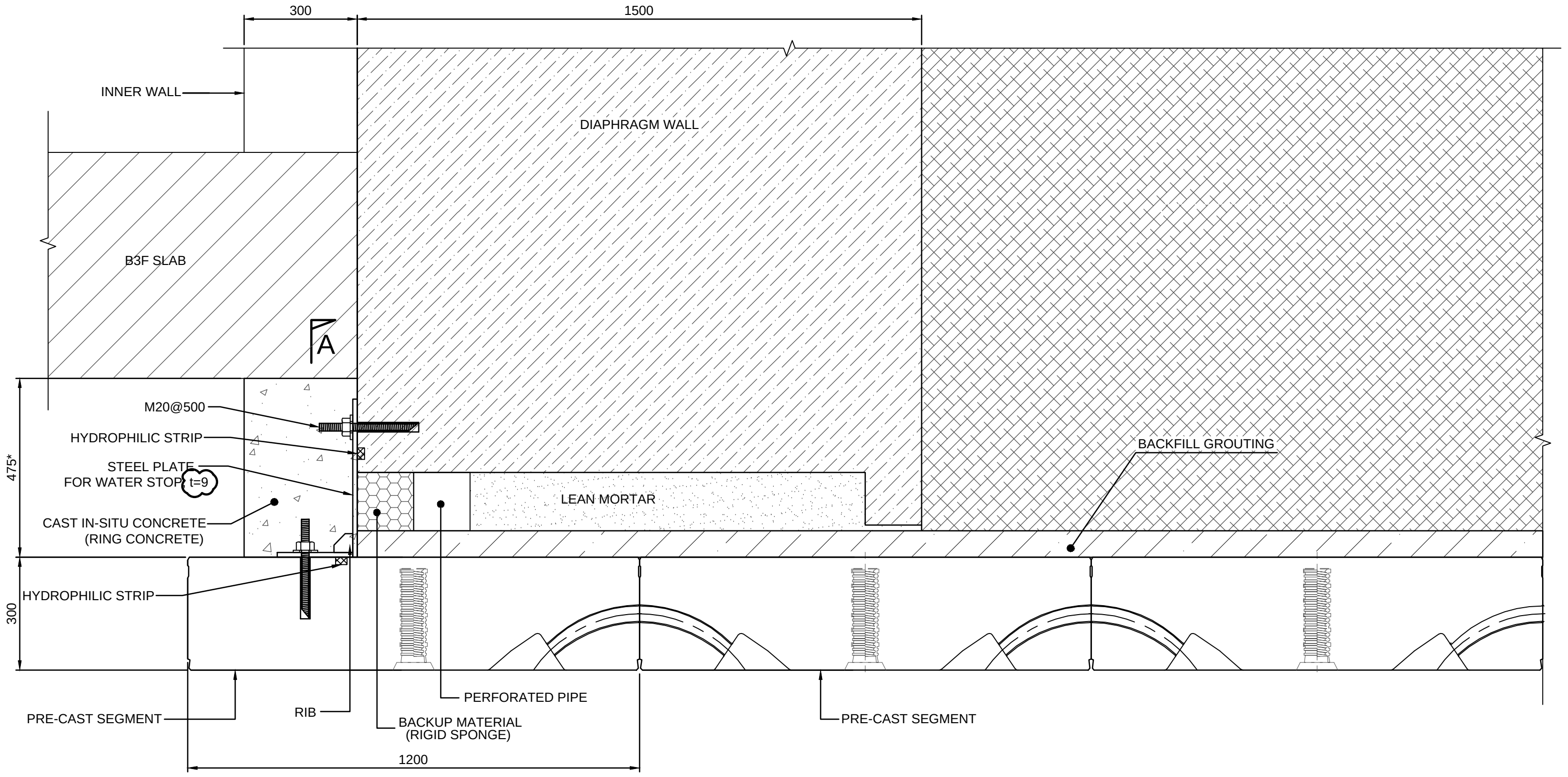

300
1500
DETAIL A
B3F -18.486
DIAPHRAGM WALL
B3F SLAB
EXTEND RING TO B3F
CAST IN-SITU CONCRETE
(RING CONCRETE)
BACKUP MATERIAL
(RIGID SPONGE)
PERFORATED PIPE
LEAN MORTAR
BACKFILL GROUTING
PRE-CAST SEGMENT
PRE-CAST SEGMENT
TUNNEL -22.861
EAST BOUNDTRACK
1200
475*
DIAPHRAGM WALL
B4F SLAB

SECTION VIEW

SCALE 1:25

0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 1.0 Metres

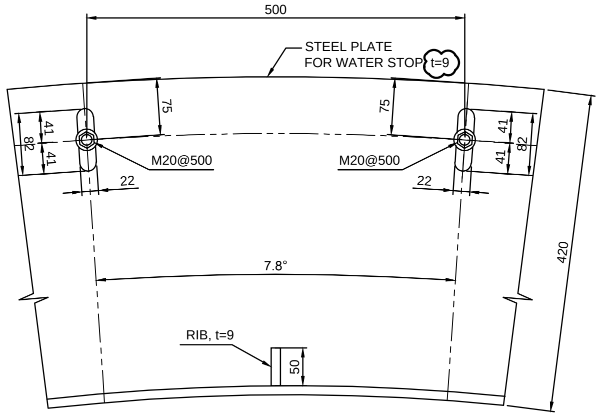
Scale 1:20


300
1500
INNER WALL
DIAPHRAGM WALL
B3F SLAB
A
M20@500
HYDROPHILIC STRIP
STEEL PLATE
FOR WATER STOP t=9
CAST IN-SITU CONCRETE
(RING CONCRETE)
475*
LEAN MORTAR
BACKFILL GROUTING
HYDROPHILIC STRIP
300
PRE-CAST SEGMENT
RIB
PERFORATED PIPE
BACKUP MATERIAL
(RIGID SPONGE)
PRE-CAST SEGMENT
1200

DETAIL 'A'
CASE 1

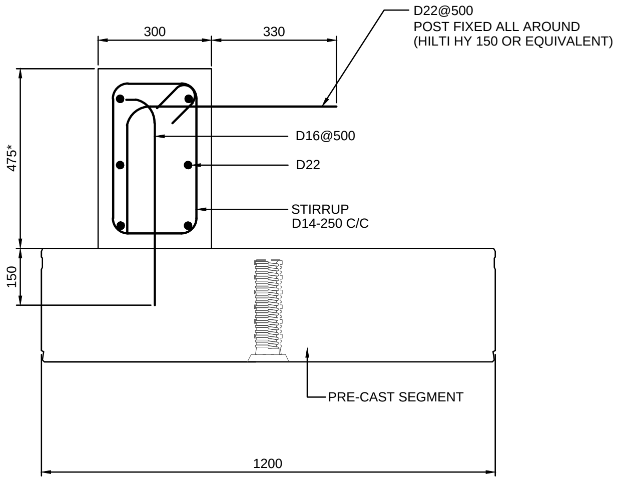
(LAST SEGMENT LENGTH WITHIN D-WALL IS ≥ 750mm)

SCALE 1:10


500
STEEL PLATE
FOR WATER STOP t=9
75
75
41
41
82
41
41
82
M20@500
M20@500
22
22
7.8°
420
RIB, t=9
50

VIEW "A" (STEEL PLATE FOR WATER STOP)

N.T.S


300
330
D22@500
POST FIXED ALL AROUND
(HILTI HY 150 OR EQUIVALENT)
D16@500
D22
STIRRUP
D14-250 C/C
475*
150
PRE-CAST SEGMENT
1200

RC DETAIL FOR CASE 1 COLLAR RING BEAM

SCALE 1:10

NOTES:

1. ALL DIMENSIONS ARE IN MILIMETERS AND ELEVATIONS ARE IN METERS UNLESS OTHERWISE NOTED.
2. IN-SITU CONCRETE MIN. COMPRESSIVE STRENGTH SHALL BE 40 MPa.
3. MIN. COVER FOR IN-SITU CONCRETE SHALL BE 40mm.
4. OVERLAPPING AND ANCHORING OF ALL REINFORCEMENT SHALL BE PURSUANT TO JSCE CONCRETE CODE AND MANUFACTURER'S SPECIFICATION.
5. STRUCTURAL STEEL FOR IN-SITU CONCRETE SHALL BE fy=390 MPa (YIELD STRENGTH).
6. (*) SEGMENT INSIDE TO LOWER SIDE OF SLAB

DATE NGÀY	REV. BẢN	DESCRIPTION THUYẾT MINH	SIGNATURE CHỮ KÝ
27/07/2016	A	FIRST SUBMISSION	Wong
27/04/2017	B	SECOND SUBMISSION	Wong
21/07/2017	C	THIRD SUBMISSION	Wong

EMPLOYER / CHỦ ĐẦU TƯ

HCMC METRO

HCMC PEOPLE'S COMMITTE
MANAGEMENT AUTHORITY FOR URBAN RAILWAY
UBND TP HCM-BAN QUẢN LÝ ĐƯỜNG SẮT ĐÔ THỊ

EMPLOYER'S REPRESENTATIVE
ĐẠI DIỆN CHỦ ĐẦU TƯ

NJPT Association
LIÊN DANH NJPT
NK-JIC-PBJ-JTC-TEC-TEDI South-TRICC

GENERAL CONTRACTOR / NHÀ THẦU CHÍNH
SHIMIZU-MAEDA JOINT OPERATION

SHMZ MAEDA

SUB DESIGN CONTRACTOR / NHÀ THẦU PHỤ THIẾT KẾ

AECOM
AECOM Singapore Pte. Ltd.

PREPARED NGƯỜI THỰC HIỆN	FULL NAME HỌ VÀ TÊN	SIGNATURE CHỮ KÝ
DESIGNER NGƯỜI THIẾT KẾ	TINA XU	TX
CHECKER NGƯỜI KIỂM TRA	EDDIE WONG	Wong
TEAM LEADER CHỦ TRÌ THIẾT KẾ	OZTURK OZGUR	
DESIGN MANAGER CHỦ NHIỆM THIẾT KẾ	KENICHI.ITO	Ken
PROJECT MANAGER GIÁM ĐỐC DỰ ÁN	NOBUYUKI.KAWAI	

SCALE / TỶ LỆ
AS SHOWN

FORMAT / KHỔ BẢN VẼ
A3

DATE OF ISSUE / NGÀY PHÁT HÀNH
21 / 07 / 2017

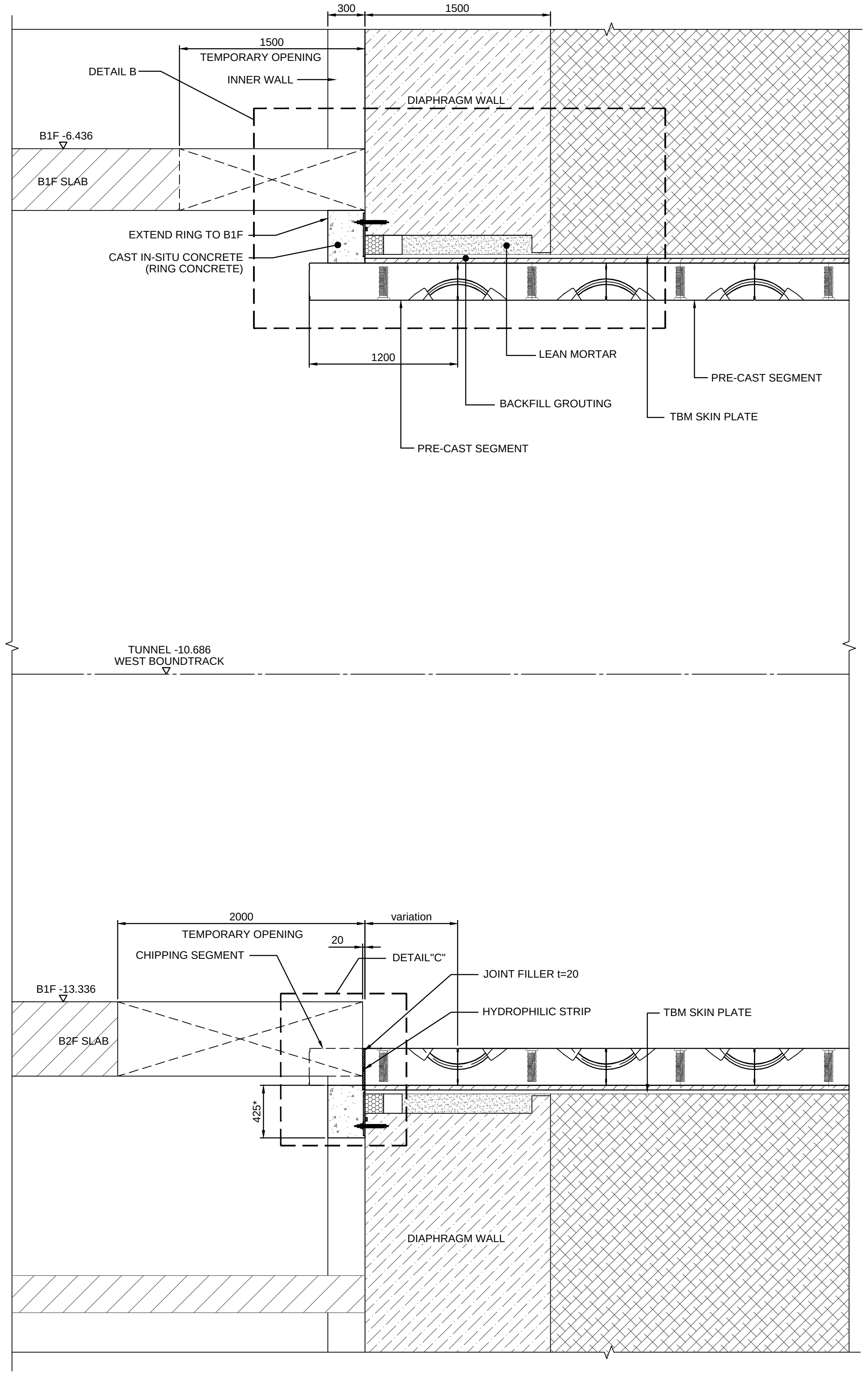
STAGE / GIAI ĐOẠN
TECHNICAL DESIGN DRAWING
BẢN VẼ THIẾT KẾ KỸ THUẬT

PROJECT
DỰ ÁN
HO CHI MINH CITY URBAN RAILWAY CONSTRUCTION PROJECT
BEN THANH-SUOI TIEN SECTION (LINE 1)
DỰ ÁN XÂY DỰNG TUYẾN ĐƯỜNG SẮT ĐÔ THỊ TP HỒ CHÍ MINH
TUYẾN BẾN THÀNH-SUỐI TIÊN (TUYẾN SỐ 1)

TITLE
TÊN BẢN VẼ
BORED TUNNEL
CONNECTION WITH STATION
(EBT ARRIVAL SIDE)
(SHEET 1 of 2)

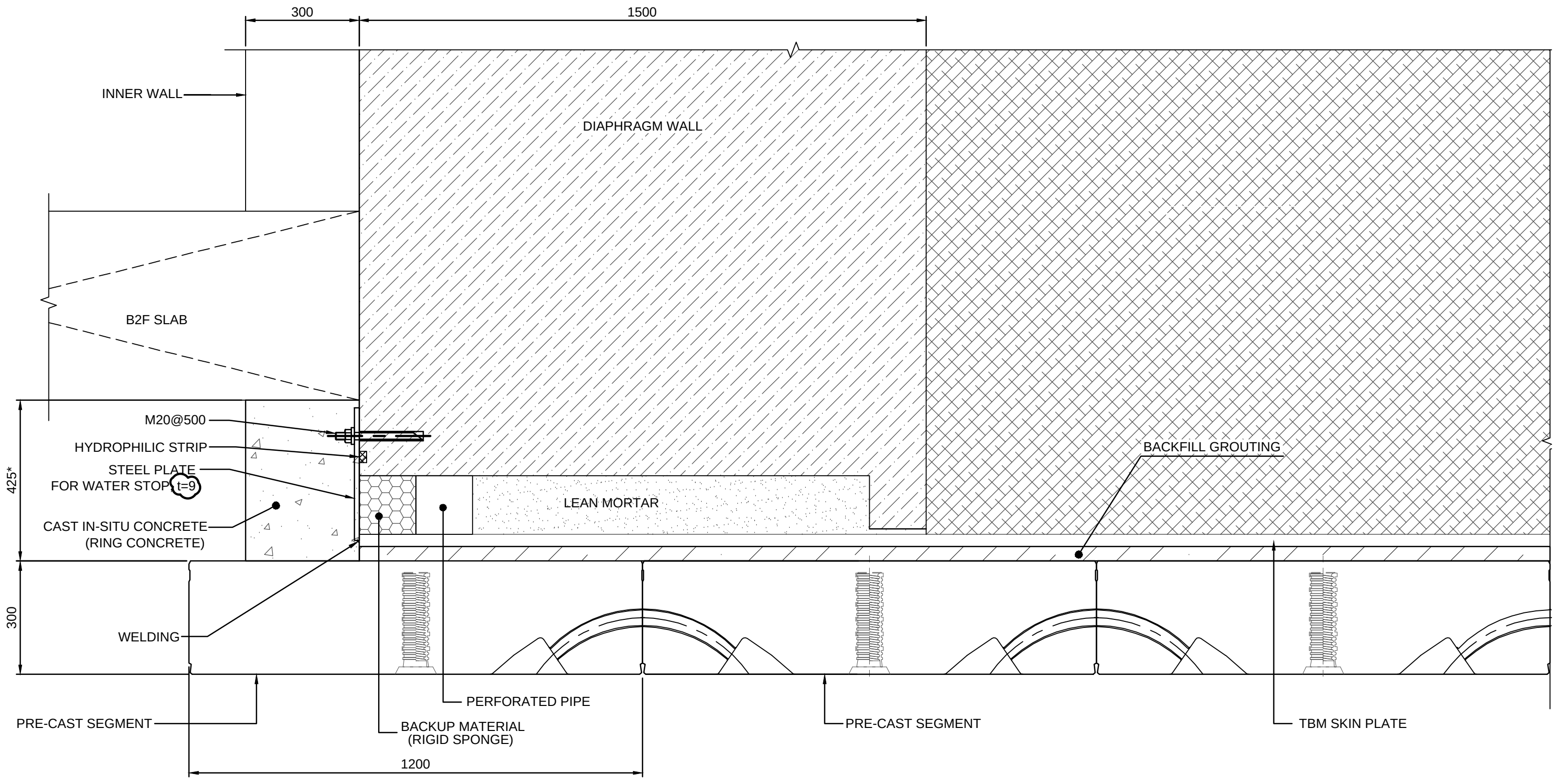
DRAWING NO
BẢN VẼ SỐ
CP1b-CTS-TD-TBMS-00071

REV./BẢN
C


300
1500
1500
TEMPORARY OPENING
INNER WALL
DETAIL B
DIAPHRAGM WALL
B1F -6.436
B1F SLAB
EXTEND RING TO B1F
CAST IN-SITU CONCRETE
(RING CONCRETE)
1200
LEAN MORTAR
PRE-CAST SEGMENT
BACKFILL GROUTING
TBM SKIN PLATE
PRE-CAST SEGMENT
TUNNEL -10.686
WEST BOUNDTRACK
2000
variation
TEMPORARY OPENING
20
CHIPPING SEGMENT
DETAIL"C"
JOINT FILLER t=20
B1F -13.336
HYDROPHILIC STRIP
TBM SKIN PLATE
B2F SLAB
425*
DIAPHRAGM WALL

0.1 0.3 0.5
0 0.2 0.4 1.0 Metres
Scale 1:20

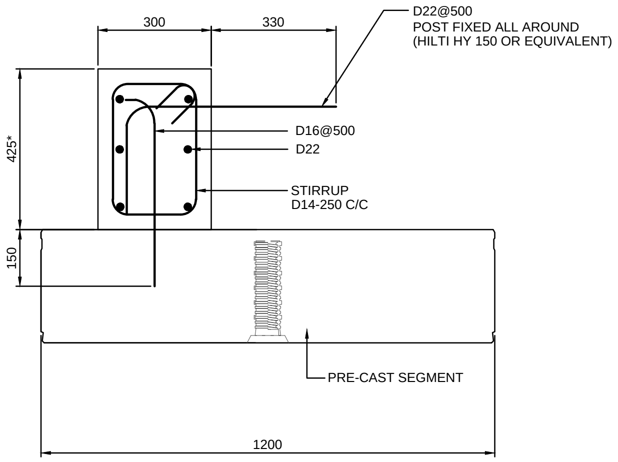
SECTION VIEW
SCALE 1:25


300
1500
INNER WALL
DIAPHRAGM WALL
B2F SLAB
M20@500
HYDROPHILIC STRIP
STEEL PLATE
FOR WATER STOP t=9
425*
CAST IN-SITU CONCRETE
(RING CONCRETE)
LEAN MORTAR
BACKFILL GROUTING
300
WELDING
PRE-CAST SEGMENT
PERFORATED PIPE
BACKUP MATERIAL
(RIGID SPONGE)
PRE-CAST SEGMENT
TBM SKIN PLATE
1200

DETAIL 'B'

CASE 1

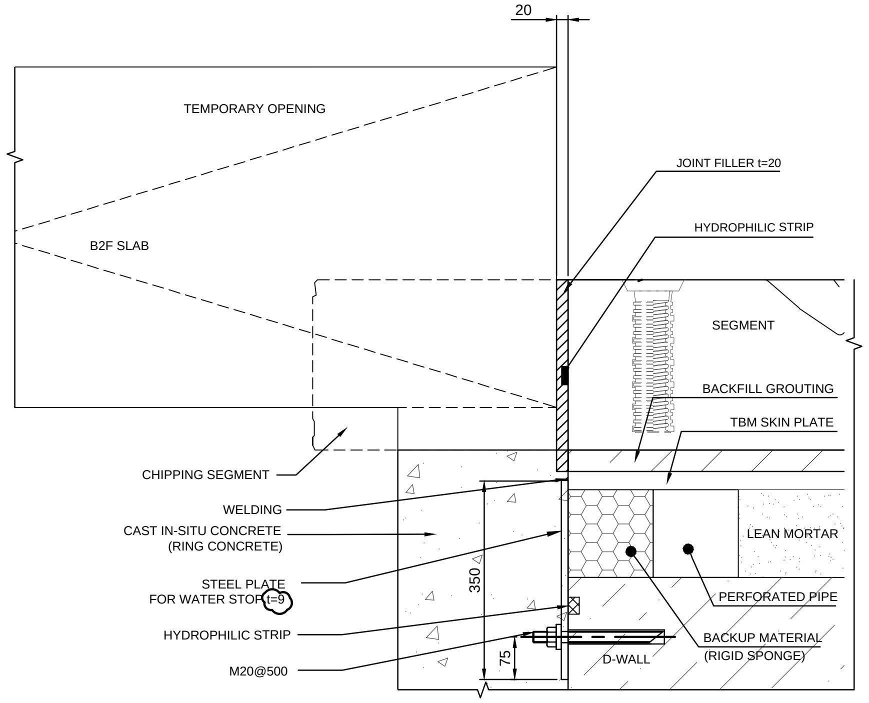
(LAST SEGMENT LENGTH WITHIN D-WALL IS ≥ 750mm)
SCALE 1:10


300
330
D22@500
POST FIXED ALL AROUND
(HILTI HY 150 OR EQUIVALENT)
425*
D16@500
D22
STIRRUP
D14-250 C/C
150
PRE-CAST SEGMENT
1200

RC DETAIL FOR CASE 1 COLLAR RING BEAM
SCALE 1:10

NOTES:

1. ALL DIMENSIONS ARE IN MILIMETERS AND ELEVATIONS ARE IN METERS UNLESS OTHERWISE NOTED.
2. IN-SITU CONCRETE MIN. COMPRESSIVE STRENGTH SHALL BE 40 MPa.
3. MIN. COVER FOR IN-SITU CONCRETE SHALL BE 40mm.
4. OVERLAPPING AND ANCHORING OF ALL REINFORCEMENT SHALL BE PURSUANT TO JSCE CONCRETE CODE AND MANUFACTURER'S SPECIFICATION.
5. STRUCTURAL STEEL FOR IN-SITU CONCRETE SHALL BE fy=390 MPa (YIELD STRENGTH).
6. (*) SEGMENT INSIDE TO LOWER SIDE OF SLAB


20
TEMPORARY OPENING
JOINT FILLER t=20
HYDROPHILIC STRIP
B2F SLAB
SEGMENT
BACKFILL GROUTING
TBM SKIN PLATE
CHIPPING SEGMENT
WELDING
CAST IN-SITU CONCRETE
(RING CONCRETE)
LEAN MORTAR
STEEL PLATE
FOR WATER STOP t=9
350
PERFORATED PIPE
HYDROPHILIC STRIP
BACKUP MATERIAL
(RIGID SPONGE)
D-WALL
M20@500
75

DETAIL'C'
SCALE 1:10

DATE NGÀY	REV. BẢN	DESCRIPTION THUYẾT MINH	SIGNATURE CHỮ KÝ
27/07/2016	A	FIRST SUBMISSION	Wong
28/04/2017	B	SECOND SUBMISSION	Wong
21/07/2017	C	THIRD SUBMISSION	Wong

EMPLOYER / CHỦ ĐẦU TƯ
HCMC METRO
HCMC PEOPLE'S COMMITTE
MANAGEMENT AUTHORITY FOR URBAN RAILWAY
UBND TP HCM-BAN QUẢN LÝ ĐƯỜNG SẮT ĐÔ THỊ

EMPLOYER'S REPRESENTATIVE
ĐẠI DIỆN CHỦ ĐẦU TƯ
NJPT Association
LIÊN DANH NJPT
NK-JIC-PBJ-JTC-TEC-TEDI South-TRICC

GENERAL CONTRACTOR / NHÀ THẦU CHÍNH
SHIMIZU-MAEDA JOINT OPERATION
SHMZ MAEDA

SUB DESIGN CONTRACTOR / NHÀ THẦU PHỤ THIẾT KẾ
AECOM
AECOM Singapore Pte. Ltd.

PREPARED NGƯỜI THỰC HIỆN	FULL NAME HỌ VÀ TÊN	SIGNATURE CHỮ KÝ
DESIGNER NGƯỜI THIẾT KẾ	TINA XU	TX
CHECKER NGƯỜI KIỂM TRA	EDDIE WONG	Wong
TEAM LEADER CHỦ TRÌ THIẾT KẾ	OZTURK OZGUR	
DESIGN MANAGER CHỦ NHIỆM THIẾT KẾ	KENICHI.ITO	
PROJECT MANAGER GIÁM ĐỐC DỰ ÁN	NOBUYUKI.KAWAI	

SCALE / TỶ LỆ	FORMAT / KHỔ BẢN VẼ
AS SHOWN	A3

DATE OF ISSUE / NGÀY PHÁT HÀNH
21 / 07 / 2017

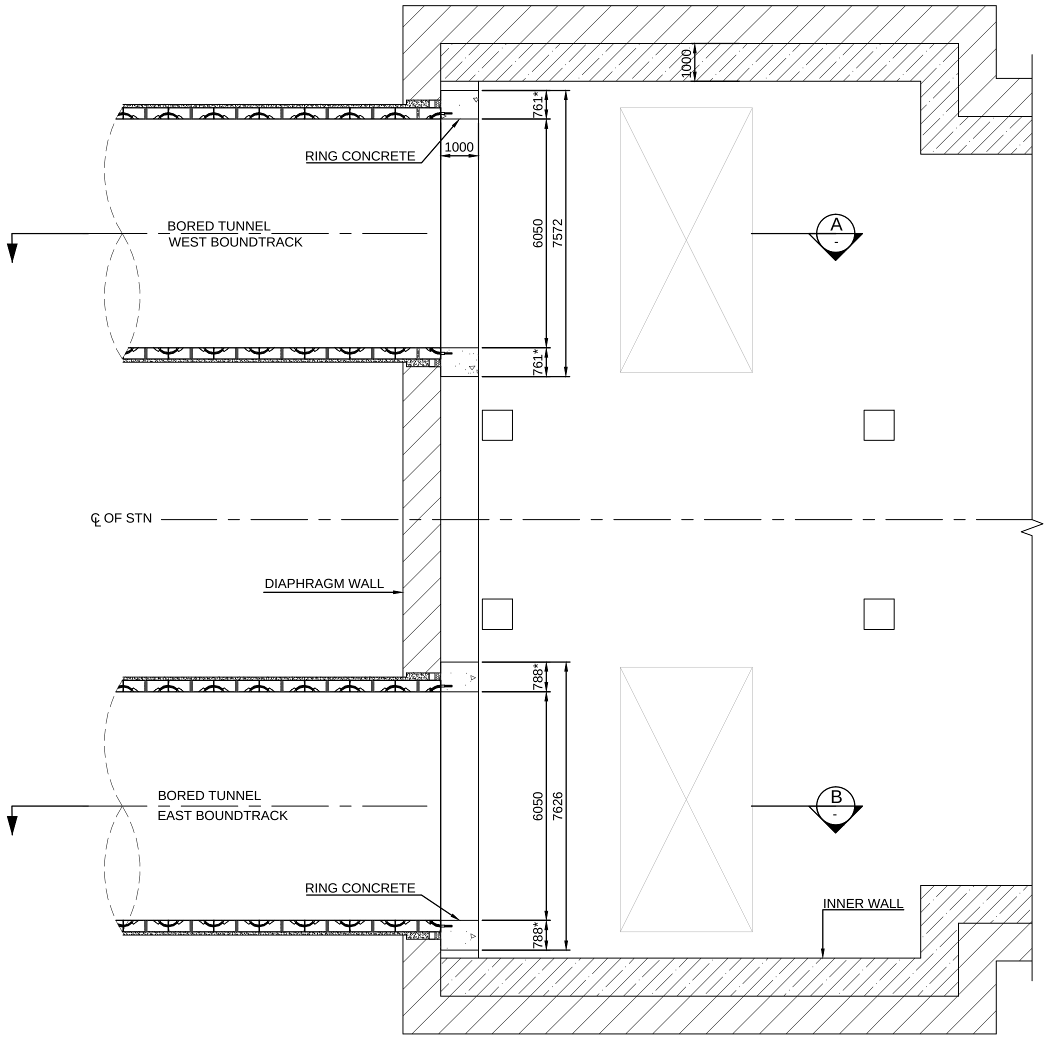
STAGE / GIAI ĐOẠN
TECHNICAL DESIGN DRAWING
BẢN VẼ THIẾT KẾ KỸ THUẬT

PROJECT
DỰ ÁN
HO CHI MINH CITY URBAN RAILWAY CONSTRUCTION PROJECT
BEN THANH-SUOI TIEN SECTION (LINE 1)
DỰ ÁN XÂY DỰNG TUYẾN ĐƯỜNG SẮT ĐÔ THỊ TP HỒ CHÍ MINH
TUYẾN BẾN THÀNH-SUỐI TIÊN (TUYẾN SỐ 1)

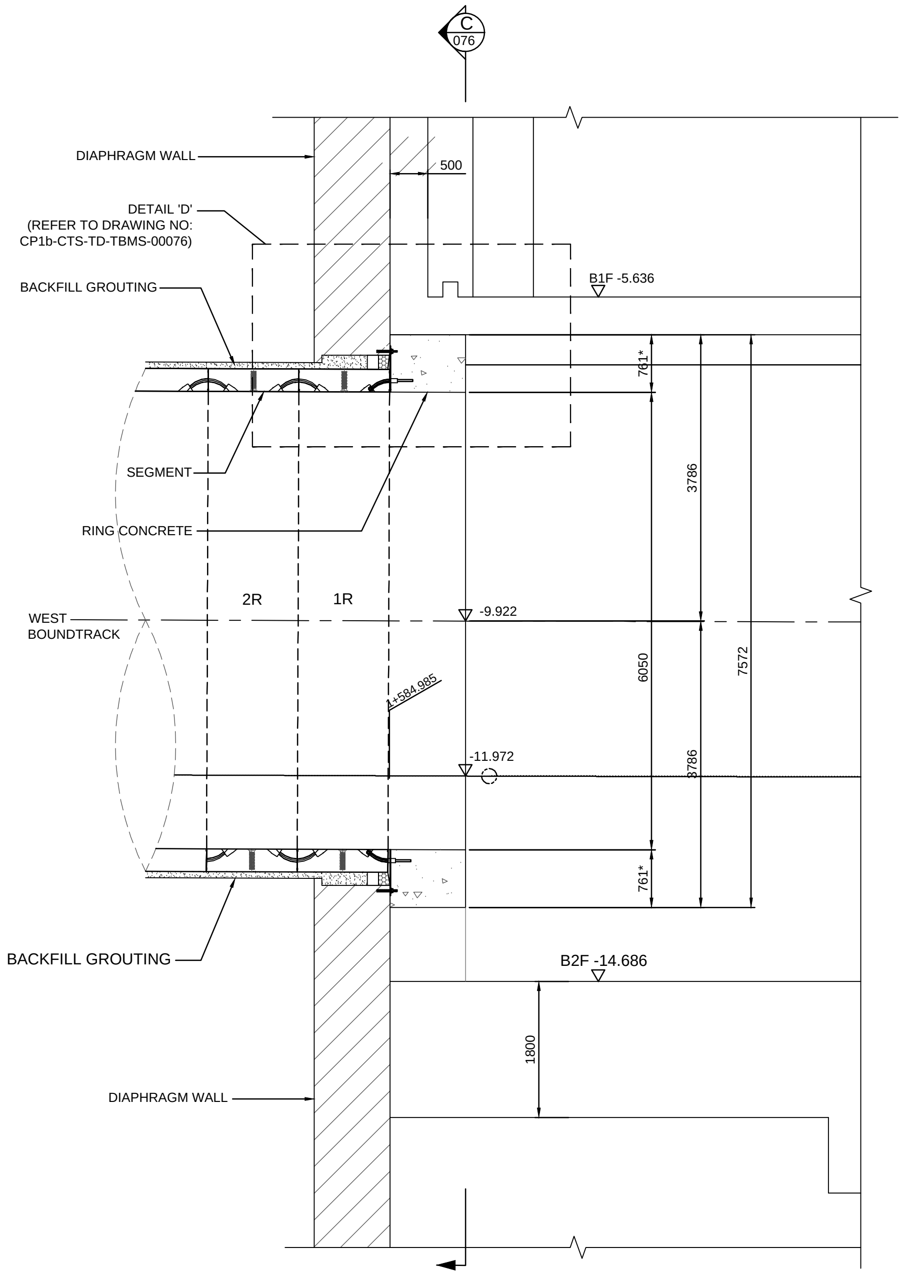
TITLE
TÊN BẢN VẼ
BORED TUNNEL
CONNECTION WITH STATION
(WBT ARRIVAL SIDE)
(SHEET 1 of 2)

DRAWING NO
BẢN VẼ SỐ
CP1b-CTS-TD-TBMS-00073

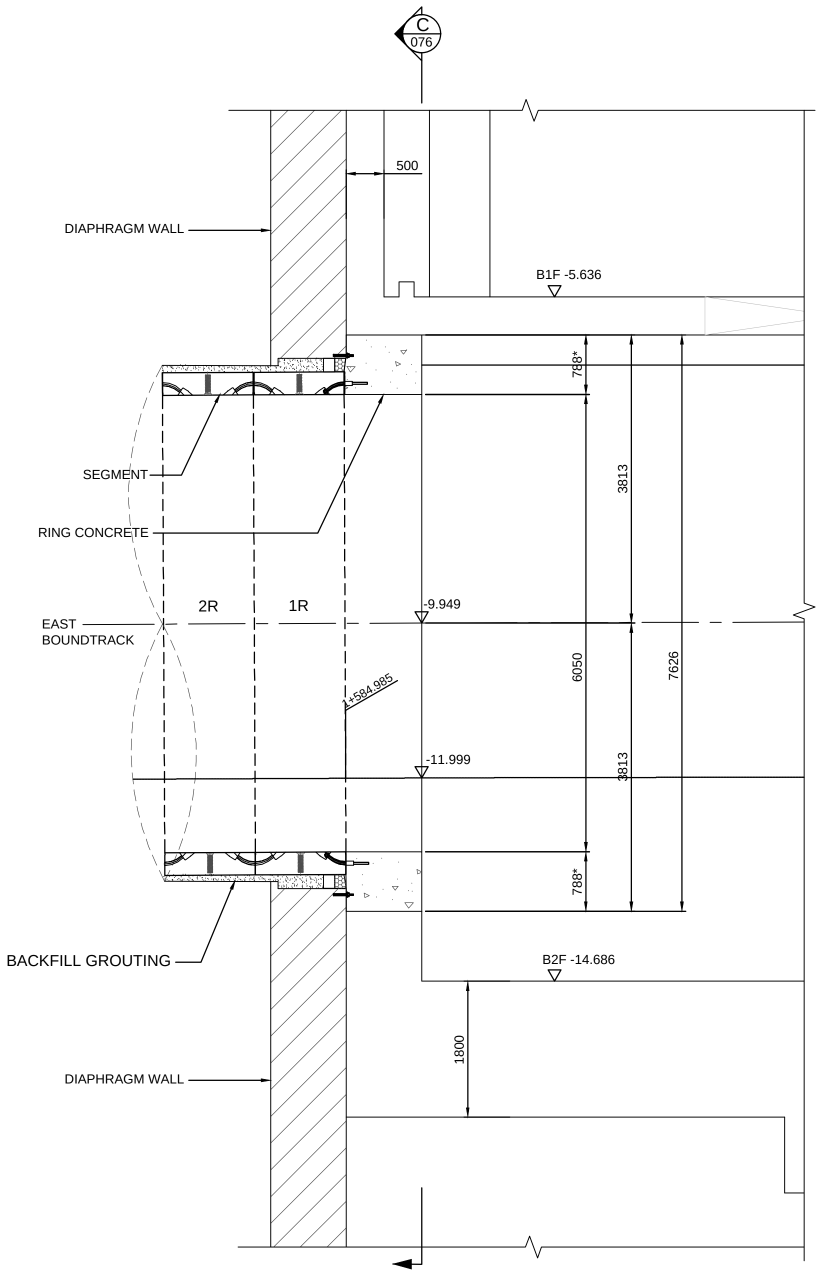
REV./BẢN
C


1000
1000
RING CONCRETE
BORED TUNNEL
WEST BOUNDTRACK
761*
6050
7572
761*
A
-
℄ OF STN
DIAPHRAGM WALL
788*
6050
7626
788*
BORED TUNNEL
EAST BOUNDTRACK
B
-
RING CONCRETE
INNER WALL

PLAN VIEW
SCALE 1:100


C
076
DIAPHRAGM WALL
500
DETAIL 'D'
(REFER TO DRAWING NO:
CP1b-CTS-TD-TBMS-00076)
BACKFILL GROUTING
B1F -5.636
761*
3786
SEGMENT
RING CONCRETE
2R
1R
WEST
BOUNDTRACK
-9.922
1+584.985
6050
7572
-11.972
3786
761*
BACKFILL GROUTING
B2F -14.686
1800
DIAPHRAGM WALL

SECTION A-A (WBT)
SCALE 1:50


C
076
500
DIAPHRAGM WALL
B1F -5.636
788*
3813
SEGMENT
RING CONCRETE
2R
1R
EAST
BOUNDTRACK
-9.949
1+584.985
6050
7626
-11.999
3813
788*
BACKFILL GROUTING
B2F -14.686
1800
DIAPHRAGM WALL

SECTION B-B (EBT)
SCALE 1:50

NOTES:

1. ALL DIMENSIONS ARE IN MILIMETERS AND ELEVATIONS ARE IN METERS UNLESS OTHERWISE NOTED.
2. IN-SITU CONCRETE MIN. COMPRESSIVE STRENGTH SHALL BE 40 MPa.
3. MIN. COVER FOR IN-SITU CONCRETE SHALL BE 40 MM.
4. OVERLAPPING AND ANCHORING OF ALL REINFORCEMENT SHALL BE PURSUANT TO JSCE CONCRETE CODE AND MANUFACTURER'S SPECIFICATION.
5. STRUCTURAL STEEL FOR IN-SITU CONCRETE SHALL BE fy=390 MPa (YIELD STRENGTH).
6. (*) SEGMENT INSIDE TO LOWER SIDE OF SLAB

DATE NGÀY	REV. BẢN	DESCRIPTION THUYẾT MINH	SIGNATURE CHỮ KÝ
27/07/2016	A	FIRST SUBMISSION	Wong
07/04/2017	B	SECOND SUBMISSION	Wong

EMPLOYER / CHỦ ĐẦU TƯ
HCMC METRO
HCMC PEOPLE'S COMMITTE
MANAGEMENT AUTHORITY FOR URBAN RAILWAY
UBND TP HCM-BAN QUẢN LÝ ĐƯỜNG SẮT ĐÔ THỊ

EMPLOYER'S REPRESENTATIVE
ĐẠI DIỆN CHỦ ĐẦU TƯ
NJPT Association
LIÊN DANH NJPT
NK-JIC-PBJ-JTC-TEC-TEDI South-TRICC

GENERAL CONTRACTOR / NHÀ THẦU CHÍNH
SHIMIZU-MAEDA JOINT OPERATION
SHMZ MAEDA

SUB DESIGN CONTRACTOR / NHÀ THẦU PHỤ THIẾT KẾ
AECOM
AECOM Singapore Pte. Ltd.

PREPARED NGƯỜI THỰC HIỆN	FULL NAME HỌ VÀ TÊN	SIGNATURE CHỮ KÝ
DESIGNER NGƯỜI THIẾT KẾ	TINA XU	
CHECKER NGƯỜI KIỂM TRA	EDDIE WONG	Wong
TEAM LEADER CHỦ TRÌ THIẾT KẾ	OZTURK OZGUR	
DESIGN MANAGER CHỦ NHIỆM THIẾT KẾ	KENICHI.ITO	
PROJECT MANAGER GIÁM ĐỐC DỰ ÁN	NOBUYUKI.KAWAI	

SCALE / TỶ LỆ
AS SHOWN

FORMAT / KHỔ BẢN VẼ
A3

DATE OF ISSUE / NGÀY PHÁT HÀNH
07 / 04 / 2017

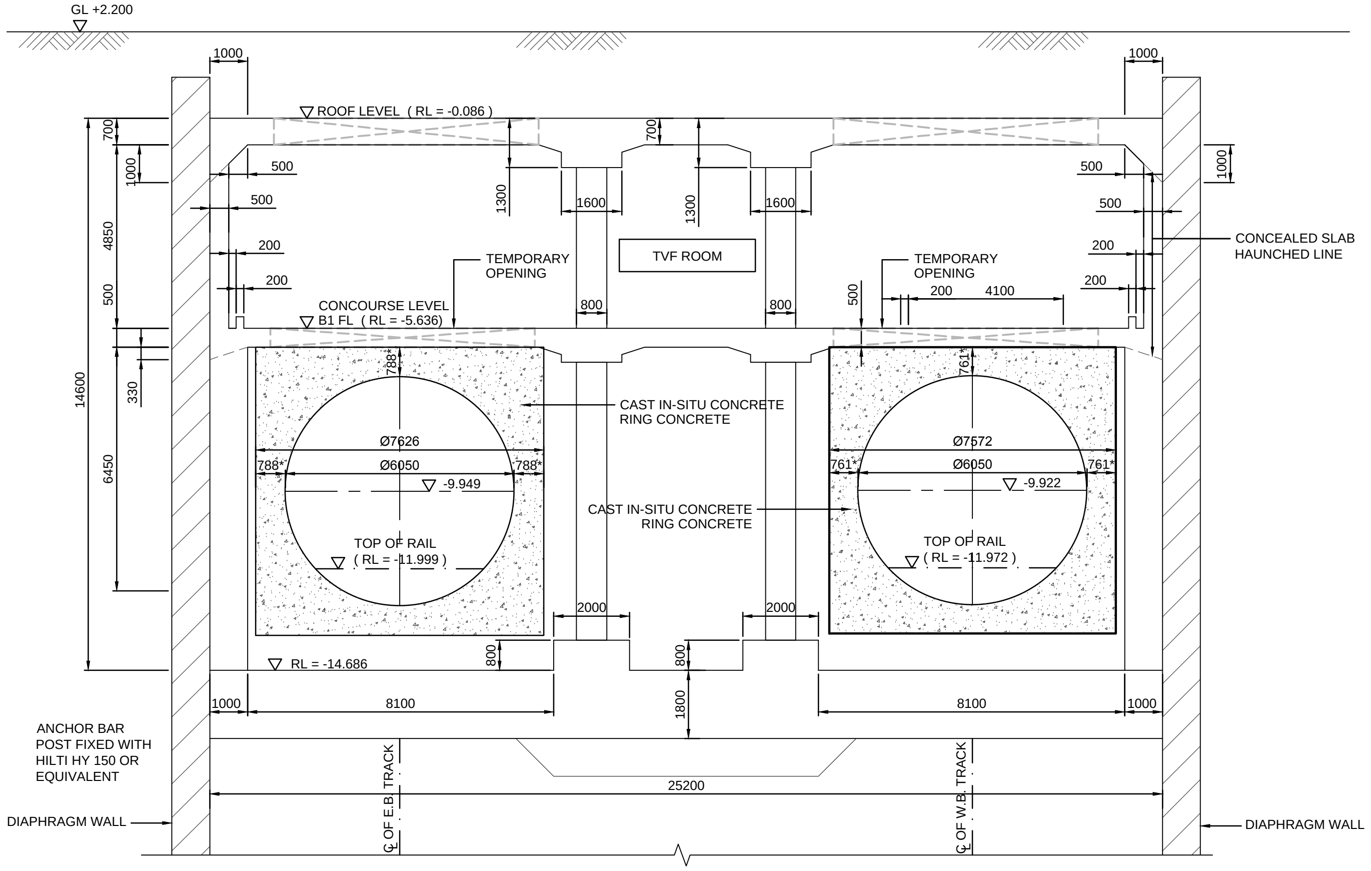
STAGE / GIAI ĐOẠN
TECHNICAL DESIGN DRAWING
BẢN VẼ THIẾT KẾ KỸ THUẬT

PROJECT
DỰ ÁN
HO CHI MINH CITY URBAN RAILWAY CONSTRUCTION PROJECT
BEN THANH-SUOI TIEN SECTION (LINE 1)
DỰ ÁN XÂY DỰNG TUYẾN ĐƯỜNG SẮT ĐÔ THỊ TP HỒ CHÍ MINH
TUYẾN BẾN THÀNH-SUỐI TIÊN (TUYẾN SỐ 1)

TITLE
TÊN BẢN VẼ
BORED TUNNEL
CONNECTION WITH STATION
EBT AND WBT LAUNCHING SIDE (1/2)

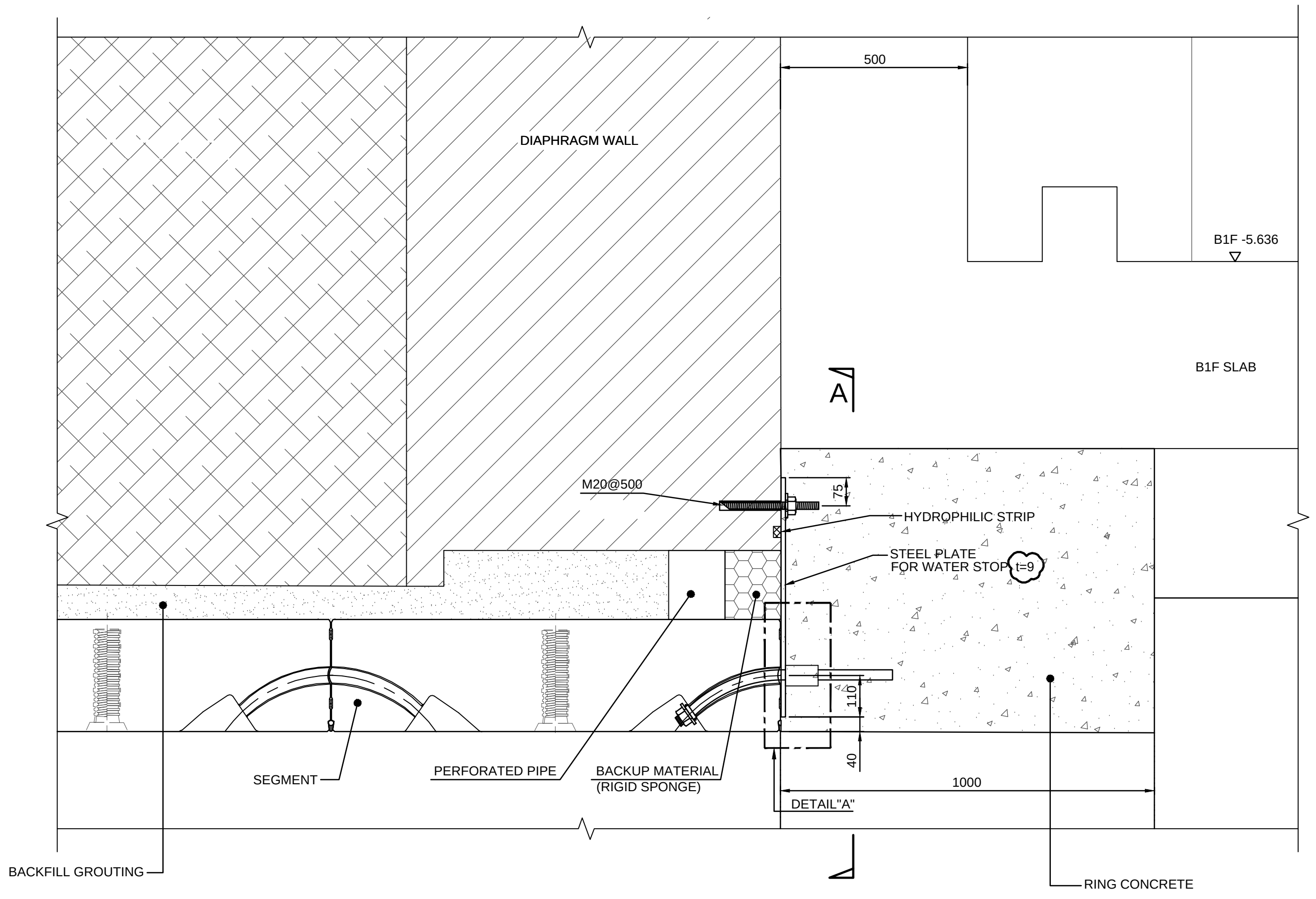
DRAWING NO
BẢN VẼ SỐ
CP1b-CTS-TD-TBMS-00075

REV./BẢN
B


GL +2.200
1000
1000
ROOF LEVEL (RL = -0.086)
700
1000
500
500
200
200
1300
1600
700
1300
1600
500
500
200
200
1000
4850
500
14600
330
6450
TEMPORARY OPENING
TVF ROOM
TEMPORARY OPENING
200
4100
CONCEALED SLAB HAUNCHED LINE
CONCOURSE LEVEL B1 FL (RL = -5.636)
800
800
500
788*
761*
CAST IN-SITU CONCRETE RING CONCRETE
Ø7626
Ø6050
788*
788*
-9.949
Ø7572
Ø6050
761*
761*
-9.922
CAST IN-SITU CONCRETE RING CONCRETE
TOP OF RAIL (RL = -11.999)
TOP OF RAIL (RL = -11.972)
2000
2000
RL = -14.686
800
800
1800
1000
8100
8100
1000
ANCHOR BAR POST FIXED WITH HILTI HY 150 OR EQUIVALENT
25200
DIAPHRAGM WALL
℄ OF E.B. TRACK
℄ OF W.B. TRACK
DIAPHRAGM WALL

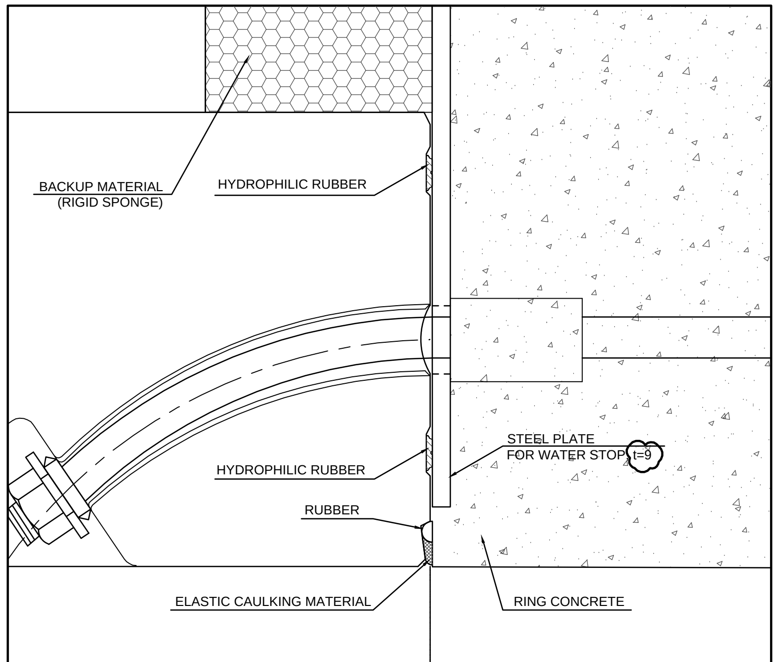
SECTION C-C (REFER TO DRAWING NO:CP1b-CTS-TD-TBMS-00075)

SCALE 1:100


500
DIAPHRAGM WALL
B1F -5.636
B1F SLAB
A
M20@500
75
HYDROPHILIC STRIP
STEEL PLATE FOR WATER STOP t=9
110
40
SEGMENT
PERFORATED PIPE
BACKUP MATERIAL (RIGID SPONGE)
1000
DETAIL"A"
BACKFILL GROUTING
RING CONCRETE

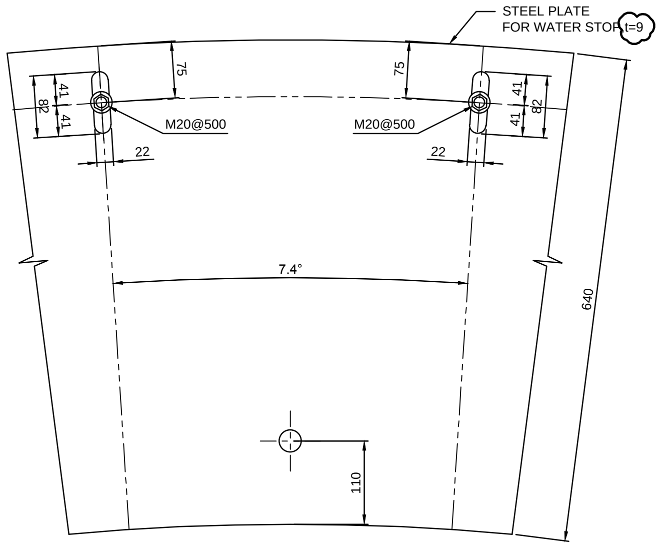
DETAIL 'D' (REFER TO DRAWING NO:CP1b-CTS-TD-TBMS-00075)

SCALE 1:20


BACKUP MATERIAL (RIGID SPONGE)
HYDROPHILIC RUBBER
STEEL PLATE FOR WATER STOP t=9
HYDROPHILIC RUBBER
RUBBER
ELASTIC CAULKING MATERIAL
RING CONCRETE

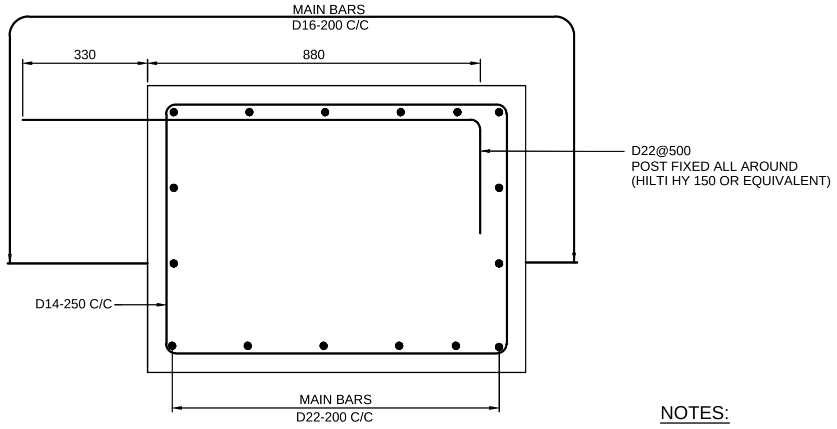
DETAIL "A"

SCALE 1:5


STEEL PLATE FOR WATER STOP t=9
75
75
82
41
41
41
41
82
M20@500
M20@500
22
22
7.4°
640
110

VIEW "A" (STEEL PLATE FOR WATER STOP)

N.T.S


MAIN BARS D16-200 C/C
330
880
D22@500 POST FIXED ALL AROUND (HILTI HY 150 OR EQUIVALENT)
D14-250 C/C
MAIN BARS D22-200 C/C

RC DETAIL FOR DETAIL 'D' COLLAR RING BEAM

N.T.S

NOTES:

1. ALL DIMENSIONS ARE IN MILIMETERS AND ELEVATIONS ARE IN METERS UNLESS OTHERWISE NOTED.
2. IN-SITU CONCRETE MIN. COMPRESSIVE STRENGTH SHALL BE 40 MPa.
3. MIN. COVER FOR IN-SITU CONCRETE SHALL BE 40mm.
4. OVERLAPPING AND ANCHORING OF ALL REINFORCEMENT SHALL BE PURSUANT TO JSCE CONCRETE CODE AND MANUFACTURER'S SPECIFICATION.
5. STRUCTURAL STEEL FOR IN-SITU CONCRETE SHALL BE fy=390 MPa (YIELD STRENGTH).
6. (*) SEGMENT INSIDE TO LOWER SIDE OF SLAB

DATE NGÀY	REV. BẢN	DESCRIPTION THUYẾT MINH	SIGNATURE CHỮ KÝ
27/07/2016	A	FIRST SUBMISSION	Wong
27/04/2017	B	SECOND SUBMISSION	Wong
21/07/2017	C	THIRD SUBMISSION	Wong

EMPLOYER / CHỦ ĐẦU TƯ

HCMC METRO
HCMC PEOPLE'S COMMITTE
MANAGEMENT AUTHORITY FOR URBAN RAILWAY
UBND TP HCM-BAN QUẢN LÝ ĐƯỜNG SẮT ĐÔ THỊ

EMPLOYER'S REPRESENTATIVE
ĐẠI DIỆN CHỦ ĐẦU TƯ

NJPT Association
LIÊN DANH NJPT
NK-JIC-PBJ-JTC-TEC-TEDI South-TRICC

GENERAL CONTRACTOR / NHÀ THẦU CHÍNH
SHIMIZU-MAEDA JOINT OPERATION
SHMZ MAEDA

SUB DESIGN CONTRACTOR / NHÀ THẦU PHỤ THIẾT KẾ
AECOM
AECOM Singapore Pte. Ltd.

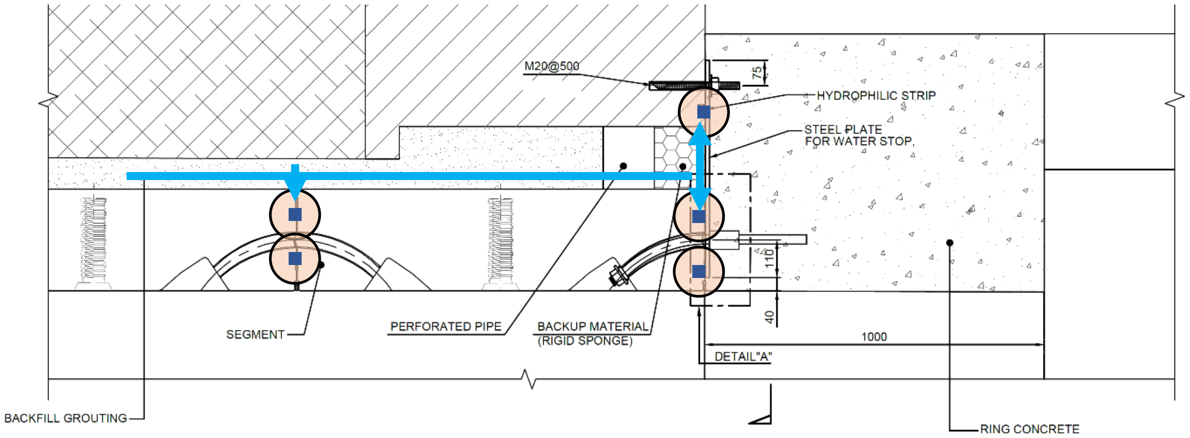
PREPARED NGƯỜI THỰC HIỆN	FULL NAME HỌ VÀ TÊN	SIGNATURE CHỮ KÝ
DESIGNER NGƯỜI THIẾT KẾ	TINA XU	TX
CHECKER NGƯỜI KIỂM TRA	EDDIE WONG	Wong
TEAM LEADER CHỦ TRÌ THIẾT KẾ	OZTURK OZGUR	
DESIGN MANAGER CHỦ NHIỆM THIẾT KẾ	KENICHI.ITO	Ken
PROJECT MANAGER GIÁM ĐỐC DỰ ÁN	NOBUYUKI.KAWAI	

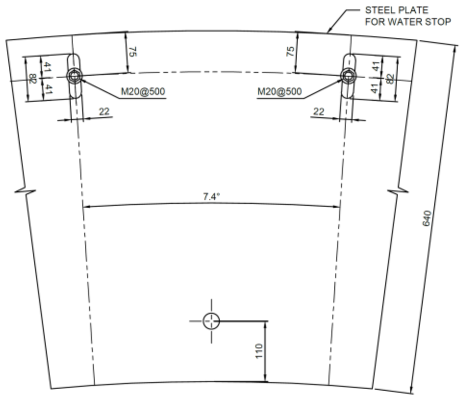
SCALE / TỶ LỆ	AS SHOWN
FORMAT / KHỔ BẢN VẼ	A3
DATE OF ISSUE / NGÀY PHÁT HÀNH	21 / 07 / 2017
STAGE / GIAI ĐOẠN	TECHNICAL DESIGN DRAWING BẢN VẼ THIẾT KẾ KỸ THUẬT
PROJECT DỰ ÁN	HO CHI MINH CITY URBAN RAILWAY CONSTRUCTION PROJECT BEN THANH-SUOI TIEN SECTION (LINE 1) DỰ ÁN XÂY DỰNG TUYẾN ĐƯỜNG SẮT ĐÔ THỊ TP HỒ CHÍ MINH TUYẾN BẾN THÀNH-SUỐI TIÊN (TUYẾN SỐ 1)
TITLE TÊN BẢN VẼ	BORED TUNNEL CONNECTION WITH STATION EBT AND WBT LAUNCHING SIDE (2/2)
DRAWING NO BẢN VẼ SỐ	CP1b-CTS-TD-TBMS-00076
REV./BẢN	C

APPENDIX - D

WATER-TIGHTNESS AT THE CONNECTION AREA

In order to maximize water-tightness at station connection area, possible water leakage routes have been considered and necessary counter-measures considered as shown below. Hydrophilic strips located accordingly in order to provide required water-tightness. Regarding water-tightness at the connection area, please also refer to Section 3 and Section 6 which show the calculated slip-out amount and allowable opening, respectively.


M20@500
75
HYDROPHILIC STRIP
STEEL PLATE
FOR WATER STOP
110
40
1000
SEGMENT
PERFORATED PIPE
BACKUP MATERIAL
(RIGID SPONGE)
DETAIL"A"
BACKFILL GROUTING
RING CONCRETE


STEEL PLATE
FOR WATER STOP
75
75
41
41
82
41
41
82
M20@500
M20@500
22
22
7.4°
640
110

VIEW "A" (STEEL PLATE FOR WATER STOP)
N.T.S

Figure 1 Possible Water Leakage Routes and Provision of Water-tightness (Launching Side)

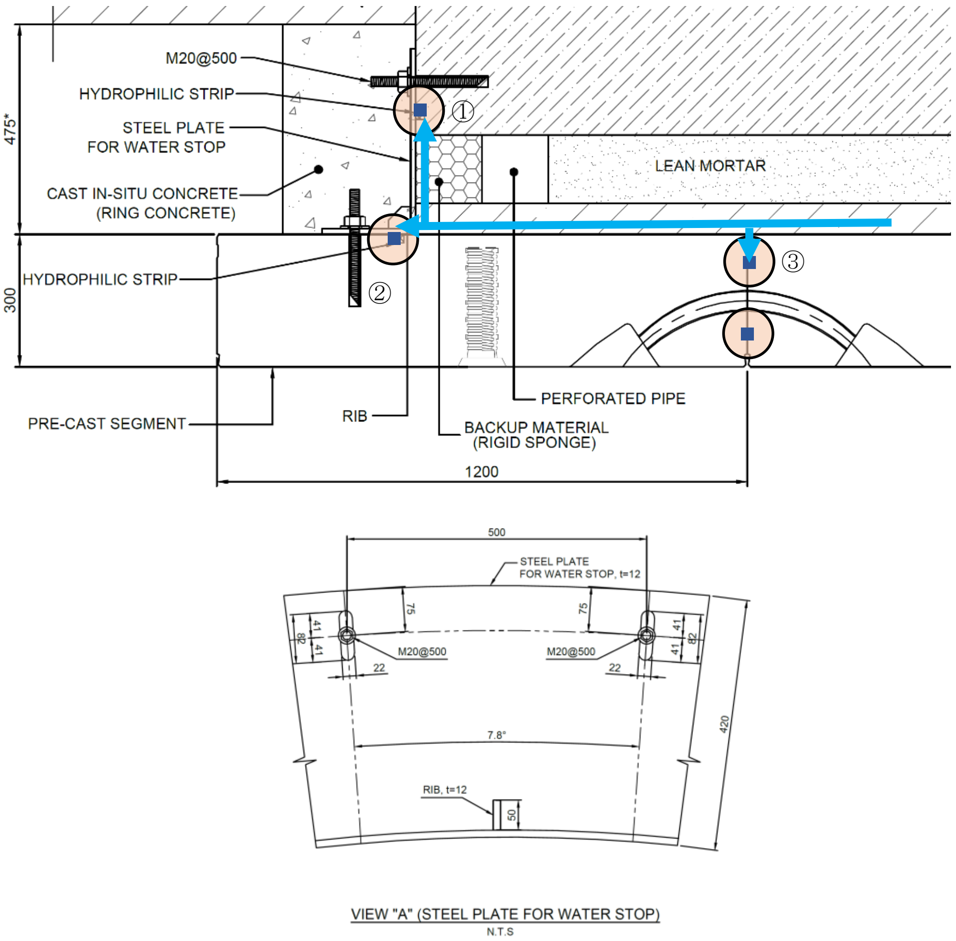

M20@500
HYDROPHILIC STRIP
STEEL PLATE
FOR WATER STOP
CAST IN-SITU CONCRETE
(RING CONCRETE)
HYDROPHILIC STRIP
475*
300
①
②
③
LEAN MORTAR
PRE-CAST SEGMENT
RIB
PERFORATED PIPE
BACKUP MATERIAL
(RIGID SPONGE)
1200
500
STEEL PLATE
FOR WATER STOP, t=12
75
75
41
41
82
41
41
82
M20@500
M20@500
22
22
7.8°
RIB, t=12
50
420
VIEW "A" (STEEL PLATE FOR WATER STOP)
N.T.S

Figure 2 Possible Water Leakage Routes and Provision of Water-tightness (Arrival Side at OPH station B4F)

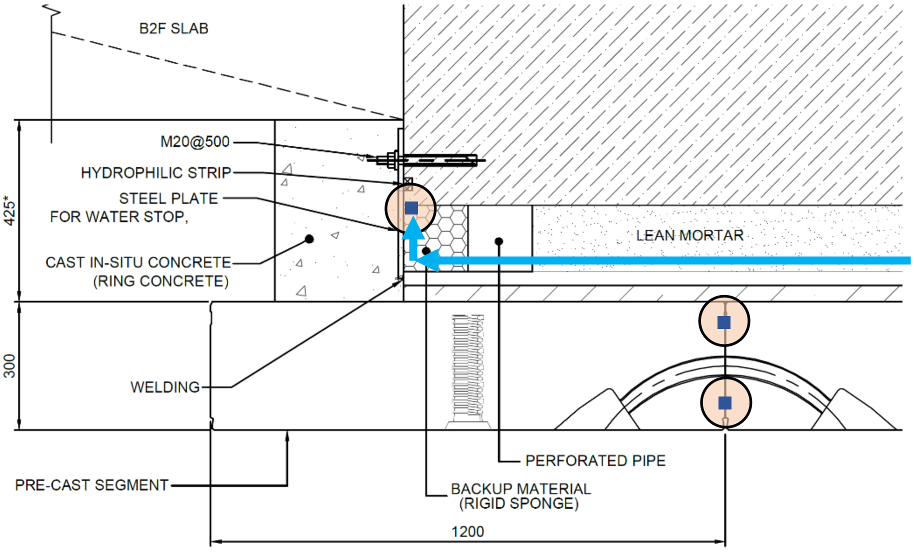

B2F SLAB
M20@500
HYDROPHILIC STRIP
STEEL PLATE
FOR WATER STOP,
CAST IN-SITU CONCRETE
(RING CONCRETE)
425*
300
WELDING
LEAN MORTAR
PRE-CAST SEGMENT
PERFORATED PIPE
BACKUP MATERIAL
(RIGID SPONGE)
1200

Figure 3 Possible Water Leakage Routes and Provision of Water-tightness (Arrival Side at OPH station B2F)

In case of TBM tunnel – station slip-out

Opera House Station Side

The maximum value of slip-out is determined based on the sum of the largest calculated slip-out due to seismic activity (0.29mm) and the maximum expected joint extension for tunnel section (0.06mm):

δ = 0.35 mm

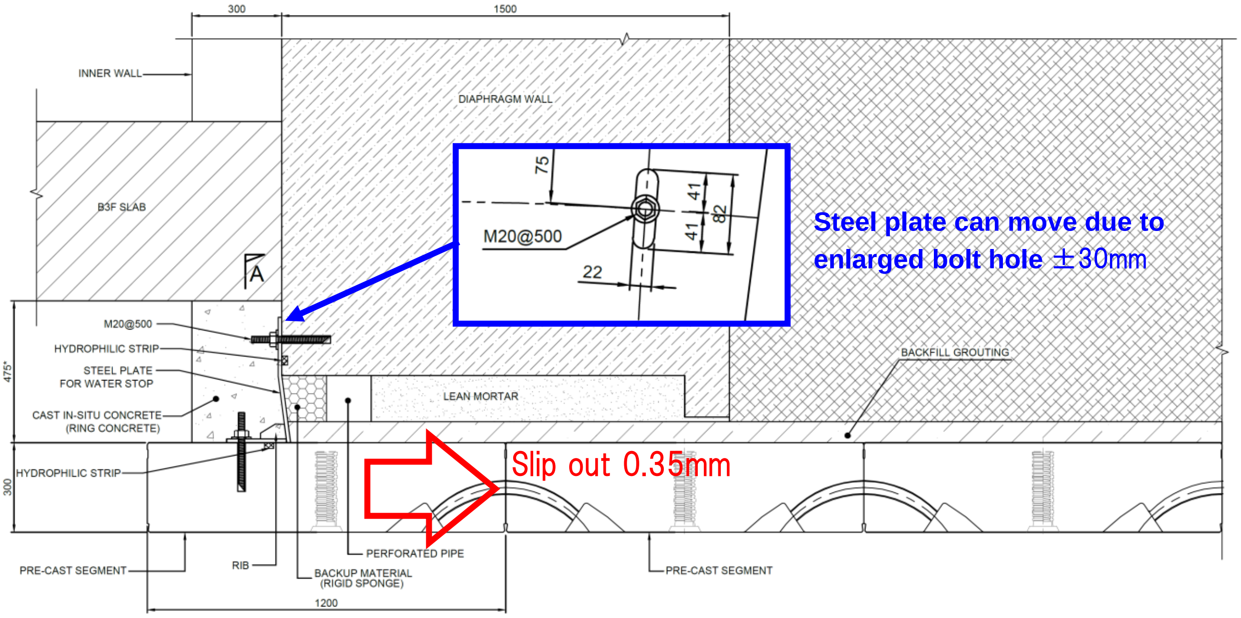

300
1500
INNER WALL
DIAPHRAGM WALL
B3F SLAB
A
75
41
82
41
M20@500
22
Steel plate can move due to
enlarged bolt hole ±30mm
BACKFILL GROUTING
M20@500
HYDROPHILIC STRIP
STEEL PLATE
FOR WATER STOP
475*
CAST IN-SITU CONCRETE
(RING CONCRETE)
LEAN MORTAR
300
HYDROPHILIC STRIP
Slip out 0.35mm
PERFORATED PIPE
PRE-CAST SEGMENT
RIB
BACKUP MATERIAL
(RIGID SPONGE)
PRE-CAST SEGMENT
1200

Figure 4 Structural mechanism in case of differential settlement in long-term (Arrival side at OPH station B4F)

Ba Son Station Side

The maximum value of slip-out is determined based on the sum of the largest calculated slip-out due to seismic activity (0.35mm) and the maximum expected joint extension for tunnel section (0.06mm):

δ = 0.41 mm

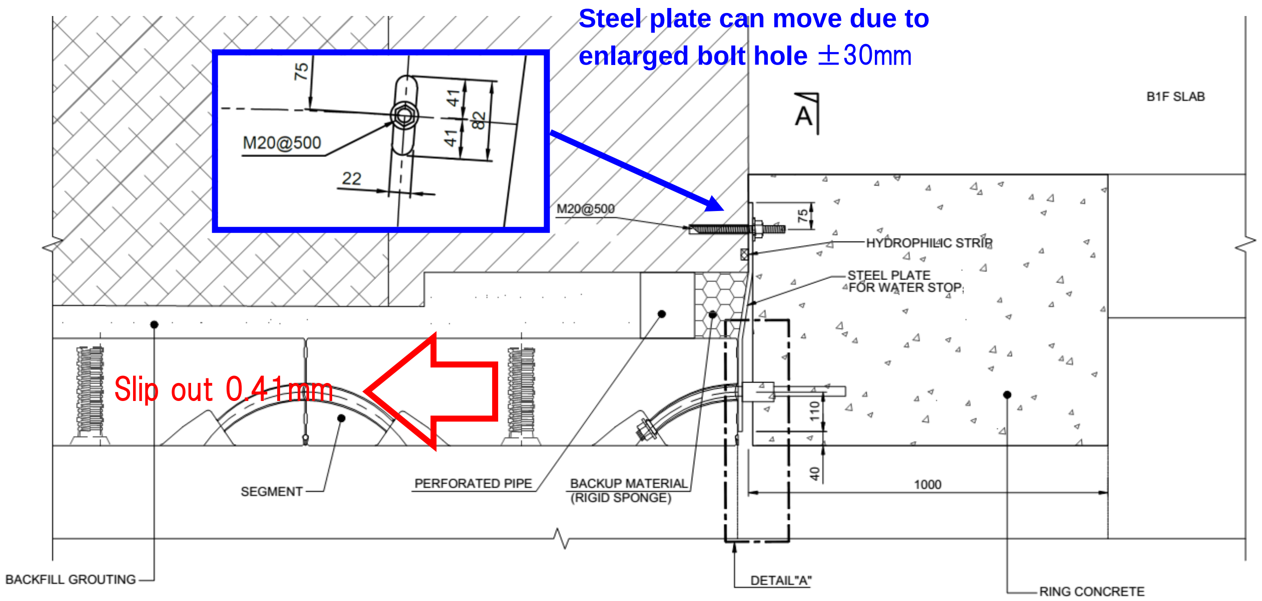

Steel plate can move due to
enlarged bolt hole ±30mm
75
41
82
41
M20@500
22
A
B1F SLAB
M20@500
75
HYDROPHILIC STRIP
STEEL PLATE
FOR WATER STOP
Slip out 0.41mm
110
40
1000
SEGMENT
PERFORATED PIPE
BACKUP MATERIAL
(RIGID SPONGE)
BACKFILL GROUTING
DETAIL"A"
RING CONCRETE

Figure 5 Structural mechanism in case of differential settlement in long-term (Launching side)

In case of Differential settlement

In term of structural stability in long term, if differential settlement occur which will lead to deformation of segmental lining, anchor bolt in segmental lining will pull the steel plate for water stop which can move at the connection with D-wall owing to enlarged bolt hole. This structure mechanism will ensure the water tightness at connection area under long term differential settlement.

	Opera House Station		Ba Son Station	
	Flexion angle [deg]	Opening [mm]	Flexion angle [deg]	Opening [mm]
Fixed support	0.0196	2.3	0.0611	2.9
Pinned support	0.1027	11.9	0.1449	16.7

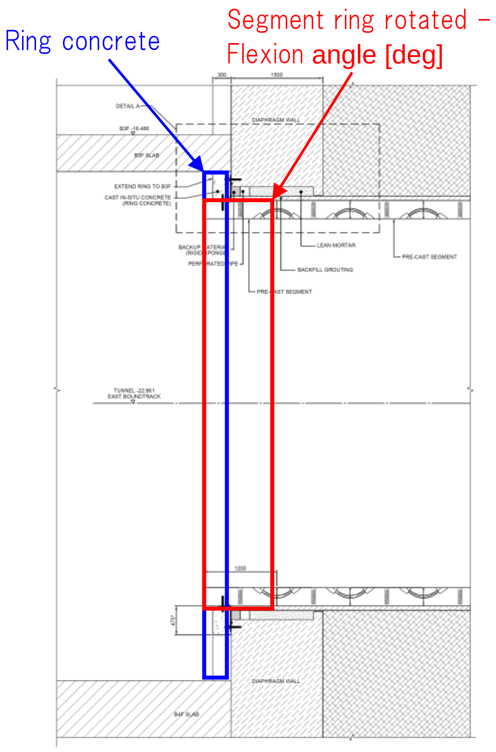

Ring concrete
Segment ring rotated –
Flexion angle [deg]
300
1500
DETAIL A
DIAPHRAGM WALL
B3F -18.486
B3F SLAB
EXTEND RING TO B3F
CAST IN-SITU CONCRETE
(RING CONCRETE)
BACKUP MATERIAL
(RIGID SPONGE)
PERFORATED PIPE
LEAN MORTAR
PRE-CAST SEGMENT
BACKFILL GROUTING
PRE-CAST SEGMENT
TUNNEL -22.861
EAST BOUNDTRACK
1200
475
DIAPHRAGM WALL
B4F SLAB

Figure 6 Opera House Station (Arrival side)

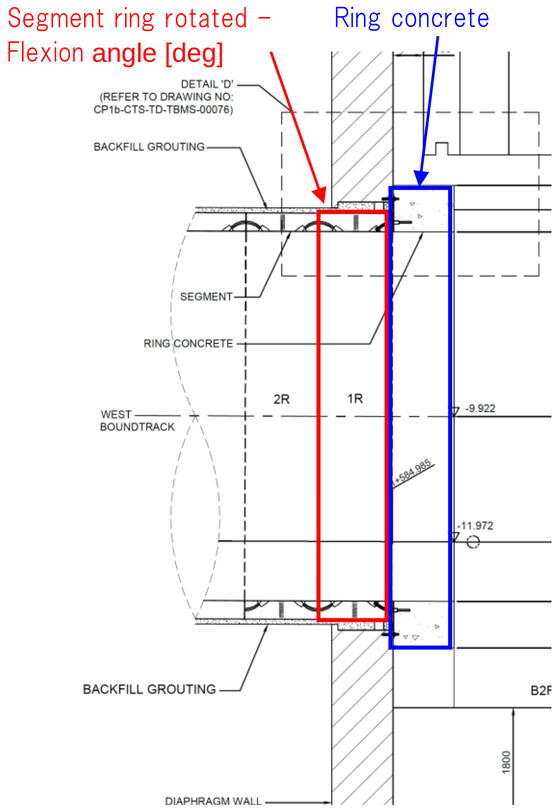

Segment ring rotated –
Flexion angle [deg]
Ring concrete
DETAIL 'D'
(REFER TO DRAWING NO:
CP1b-CTS-TD-TBMS-00076)
BACKFILL GROUTING
SEGMENT
RING CONCRETE
WEST
BOUNDTRACK
2R
1R
-9.922
+584.985
-11.972
BACKFILL GROUTING
B2F
1800
DIAPHRAGM WALL

Figure 7 Ba Son Station (Launching side)

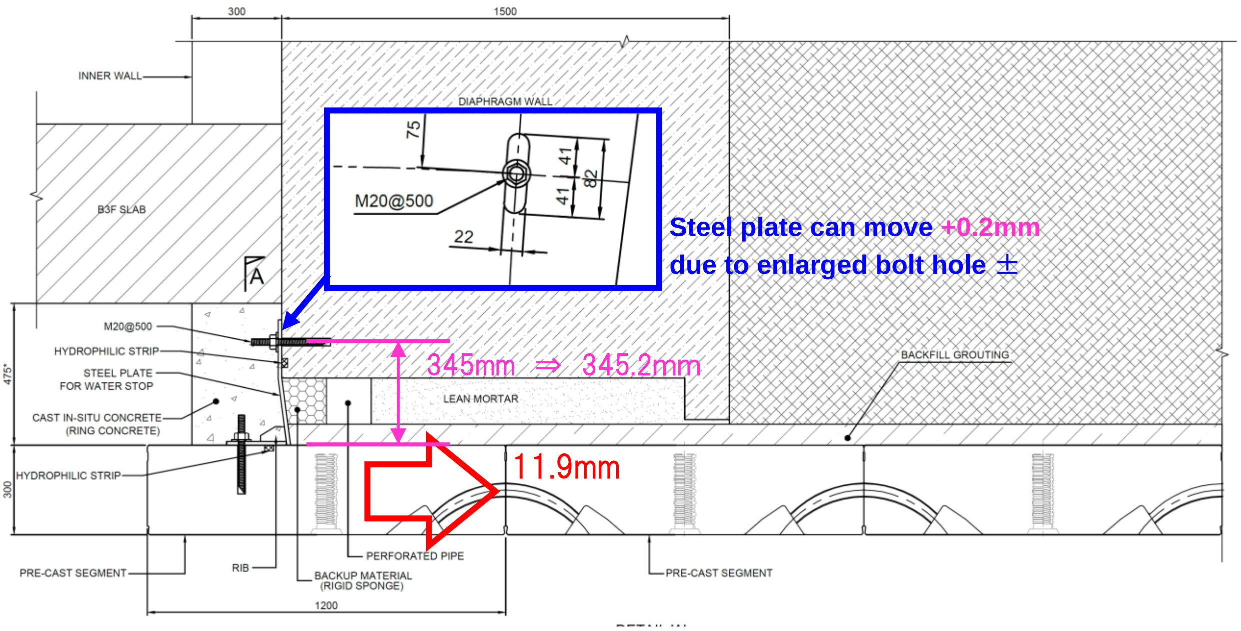

300
1500
INNER WALL
DIAPHRAGM WALL
75
41
41
82
M20@500
22
B3F SLAB
A
Steel plate can move +0.2mm
due to enlarged bolt hole ±
475*
M20@500
HYDROPHILIC STRIP
STEEL PLATE FOR WATER STOP
CAST IN-SITU CONCRETE (RING CONCRETE)
345mm ⇒ 345.2mm
LEAN MORTAR
BACKFILL GROUTING
11.9mm
HYDROPHILIC STRIP
300
PRE-CAST SEGMENT
RIB
PERFORATED PIPE
BACKUP MATERIAL (RIGID SPONGE)
1200
PRE-CAST SEGMENT

Figure 8 Structural mechanism in case of differential settlement in long-term (Arrival side at OPH station B4F)

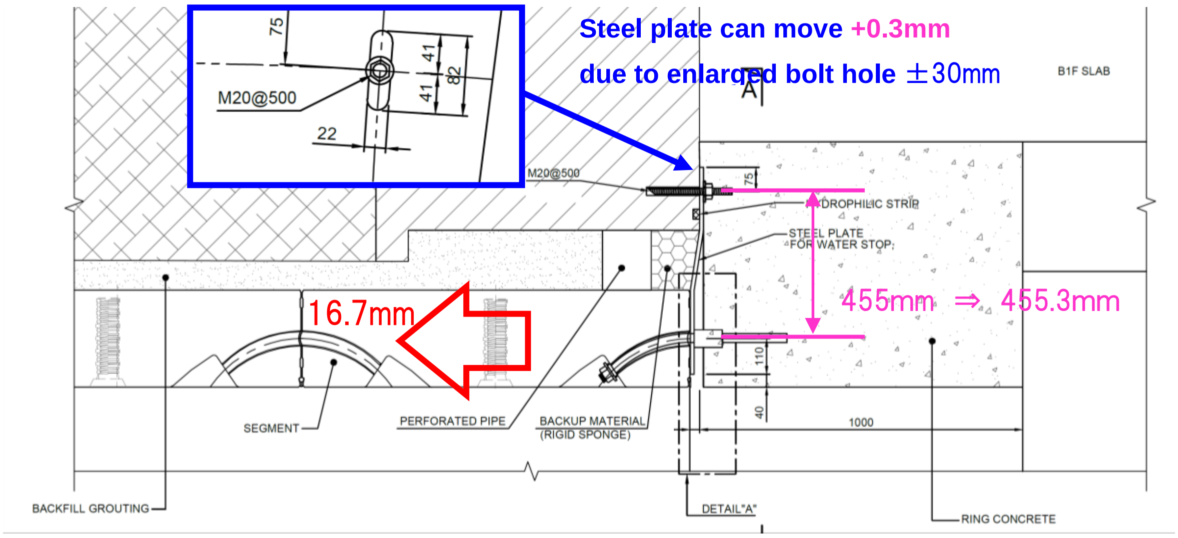

75
M20@500
41
41
82
22
Steel plate can move +0.3mm
due to enlarged bolt hole ±30mm
B1F SLAB
A
M20@500
75
HYDROPHILIC STRIP
STEEL PLATE FOR WATER STOP
455mm ⇒ 455.3mm
16.7mm
110
40
1000
SEGMENT
PERFORATED PIPE
BACKUP MATERIAL (RIGID SPONGE)
BACKFILL GROUTING
DETAIL"A"
RING CONCRETE

Figure 9 Structural mechanism in case of differential settlement in long-term (Launching side)